

**MODELO DE MEJORAMIENTO, USANDO EL REDISEÑO DE PROCESOS
PARA UNA PYME DEL SECTOR METALMECÁNICO, DOSQUEBRADAS-
RISARALDA 2019.**

CESAR AUGUSTO RAMÍREZ DELGADILLO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

PEREIRA

2020

**MODELO DE MEJORAMIENTO, USANDO EL REDISEÑO DE PROCESOS
PARA UNA PYME DEL SECTOR METALMECÁNICO, DOSQUEBRADAS-
RISARALDA 2019.**

**CESAR AUGUSTO RAMÍREZ DELGADILLO
CÓDIGO: 10 004 059**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magister en
Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad

**Director
M.S.c. WILSON ARENAS VALENCIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
PEREIRA
2020**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TÍTULO.....	10
INTRODUCCION.	12
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
2 JUSTIFICACIÓN	16
3 OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 MARCO TEÓRICO.....	19
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES	19
4.2 MARCO DE REFERENCIAS.....	25
4.2.1 Business process management (BPM).....	27
4.2.2 Business Process Redesign (BPR)	32
4.2.3 Capability maturity model integration (CCMI).	35
4.2.4 Metodología de mejora de procesos integrada mipi.	40
4.2.5 Business Process Improvement (BPI)	44
4.2.6 Súper metodología.	48
4.2.7 VALUE STREAM MAP (VSM)	52
5 METODOLOGÍA.....	55
5.1 TIPO DE ESTUDIO.....	55

5.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	55
6	COMPONENTES DEL MODELO DE MEJORA.	56
6.1	ASPECTOS GENERALES	58
6.2	COMPONENTES.	60
6.2.1	Diagnóstico de preparación	60
6.2.2	Selección del proceso y del equipo.	63
6.2.3	Comprender, describir y medir el proceso.	64
6.2.4	Seleccionar y planear la implementación de la mejora.	66
6.2.5	Implementar la solución.	67
6.2.6	Evaluación de la mejora para la mejora continua.	68
6.2.7	Inicio de un nuevo proceso de mejora en otra área.	69
6.3	Esquema de implementación.	69
7	VALIDACIÓN DEL MODELO DE MEJORA.	75
7.1	Aspectos generales de la empresa de estudio.	75
7.2	Implementación del modelo.	76
7.2.1	Diagnóstico de preparación.	76
7.2.2	Selección del proceso y del equipo.	79
7.2.3	Comprender, describir y medir el proceso.	82
7.2.4	Seleccionar y planear la implementación de la mejora.	94
7.2.5	Implementar la mejora.	104
7.2.6	Evaluación de la mejora continua.	108
7.2.7	Inicio de un nuevo proceso de mejora.	111
8	CONCLUSIONES.	112
9	RECOMENDACIONES	114

10	TRABAJOS FUTUROS.	115
11	BIBLIOGRAFÍA.....	116

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Pasos BPM	29
Grafica 2. Modelo de mejora.	57
Grafica 3. Esquema de implementación.....	70
Grafica 4. PEPSU del modelo de mejora	73
Grafica 5. Pareto no conformes.....	81
Grafica 6 Proceso de corte y curvado de manubrio.	86
Grafica 7. Distribución en planta.	87
Grafica 8. Mapa del proceso	89
Grafica 9. Análisis de valor.....	90
Grafica 10. Diagrama causa efecto.	96
Grafica 11. Propuesta distribución del proceso.	97

ÍNDICE DE GRAFICAS

Tabla 1 Cuadro comparativo de los modelos de mejora presentados.....	56
Tabla 2. Herramientas	74
Tabla 3. Producto no conforme por pieza.....	80
Tabla 4. Matriz Subprocesos / familias de productos.	85
Tabla 5. SMED	91
Tabla 6. Análisis tiempos en montaje de curvado.	92
Tabla 7. Plan de acción SMED.....	100
Tabla 8. Plan de acción seguimiento a maquinas	101
Tabla 9. Plan de acción PNC	102
Tabla 10.Seguimiento plan de acción PNC	103
Tabla 11. Nuevos tiempos con SMED.....	109
Tabla 12. Progreso PPM	110
Tabla 13. AMEF	110

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1. Manual de defectos.	107
FOTO 2. Medidor de chaflán.	108

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, 18 de septiembre del 2020

RESUMEN

TÍTULO: Modelo de mejoramiento, usando el rediseño de procesos para una pyme del sector metalmecánico, Dosquebradas – Risaralda 2019.

AUTOR: Cesar Augusto Ramírez Delgadillo.

Los procesos de mejora al interior de las empresas se han constituido en una herramienta valiosa, pues contribuyen a la identificación y solución de falencias y al fortalecimiento de todas aquellas circunstancias que permitan generar condiciones que posibiliten maximizar los resultados de la organización y alcanzar la satisfacción de sus partes interesadas. Dentro de este contexto se han visto emerger una gran cantidad de modelos que proponen, a través del seguimiento de unas fases, la identificación, planteamiento y desarrollo de mejoras en busca de optimizar los procesos de la empresa. Sin embargo estos modelos no siempre tienen en cuenta las particularidades propias de las PYMES y omiten o no le prestan la suficiente atención aspectos contextuales y culturales que pueden limitar el éxito de este tipo de iniciativas.

El propósito de este trabajo es generar un modelo de mejora que pueda ser aplicado a una empresa pequeña o mediana, para ello se recurrió a la revisión bibliográfica en busca de modelos mejora arquetípicos de los cuales, luego de un análisis y de su contextualización a la realidad regional se diseñó un esquema de implementación de mejora y se validó en una PYME del sector metalmecánico del municipio de Dosquebradas (Risaralda).

PALABRAS CLAVES: Empresas metalmecánica, PYME, mejoramiento de procesos, rediseño de procesos.

ABSTRACT

TITLE: Improvement model, using process redesign for an SME in the metalworking sector, Dosquebradas - Risaralda 2019.

AUTHOR: Cesar Augusto Ramírez Delgadillo

Improvement processes inside companies have become a valuable tool. These processes contribute to the identification and resolution of shortcomings and to the strengthening of all those circumstances that maximize the results of the organization and achieve the satisfaction of their stakeholders. In this context, a large number of models have emerged. These models propose, through the monitoring of some phases, the identification, approach and development of improvements in search of optimizing the company's processes. However, these models do not always take into account the particularities of small or medium-sized company and may omit or do not pay enough attention to contextual and cultural aspects that limit the success of this type of initiative.

The purpose of this work is to generate an improvement model that can be applied to a small or medium-sized company. For this purpose, a bibliographic review was used in search of archetypal improvement models; then, after an analysis and contextualization to the regional reality, an improvement implementation scheme was designed and validated in a small or medium-sized company in the metalworking sector of the municipality of Dosquebradas (Risaralda).

KEYWORDS: Metalworking companies, SMEs, process improvement, process redesign.

INTRODUCCION.

Este trabajo surge de la necesidad personal de encontrar un modelo de mejora de procesos de fácil aplicación en el contexto laboral de la mayoría de las empresas de la región, las PYMES, y que presentan una serie de características que no son beneficiosas para la implementación de este tipo de iniciativas. Las condiciones, que se mencionaran en el trabajo, generan que aun los modelos y herramientas más exitosas en otro tipo de empresas, de contextos muy diferentes al nuestro, se enfrenten contra una realidad que limita su aplicabilidad o su continuidad, lo que en algunas ocasiones puede generar apatía, desconfianza o recelo frente a cualquier propuesta de mejora. Se prefiere continuar con los métodos ya conocidos, así estos demuestren que no son los más eficientes, antes que invertir tiempo y recursos en proyectos de mejora que les exige cambiar, transformarse, salir de la rutinas, de su ya habitual forma de pensar y obrar.

Sin embargo estos cambios, de cara al contexto empresarial actual, son cada vez más necesarios, la supervivencia de las organizaciones depende más que nunca de su capacidad de mejorar continuamente, de cumplir con lo esperado por las partes interesadas, economizando recursos y agregando valor en cada paso del proceso. Este trabajo tiene como finalidad ofrecer una propuesta de modelo de mejora, partiendo de unos modelos base exitosos y reconocidos, tanto por la academia como por el mundo empresarial, y construir un paso a paso para su aplicación en una realidad particular, como el de las PYMES de la región.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las PYMES juegan un papel muy importante en la economía colombiana, según Marulanda: “en diversas publicaciones e informes nacionales de orden académico, económico y político, se establece que en la estructura empresarial del país existen entre un 92% y un 97% de compañías que son Pymes, mientras que entre un 3% y un 8% son empresas grandes”¹.

Ósea, la gran mayoría de empresas son pequeñas (hasta 50 trabajadores) o medianas (hasta 200 trabajadores)². Este tipo de empresas suelen presentar una serie de dificultades que obstaculizan su permanencia y competitividad en el mercado, lo que ocasiona que cerca del 75% de PYMES no lleguen a los 3 años de operación³. Dentro de las múltiples causas que generan esta situación se pueden encontrar algunos problemas relacionados con la eficiencia de sus procesos y la baja utilización de su capacidad instalada⁴, también es habitual encontrar que las PYMES no hacen uso de estrategias, métodos o técnica que permitan mejorar su proceso, incurriendo en múltiples desperdicios, sin una clara planeación y control de la producción⁵.

Un aspecto que contribuye a esa situación es “la poca importancia que le dan a la innovación y al conocimiento, los cuales deberían ser el centro y el corazón que

¹ Marulanda Echeverry et al., «La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia», AD-minister, n.o 29 (diciembre de 2016): 163-76, <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.8>.

² Piedad Cristina Martínez Carazo, *Pyme: estrategia para su internacionalización* (Universidad del Norte, 2009).

³ Trujillo Ospina, «¿Es el modelo Z-Score de Altman un buen predictor de la situación financiera de las pymes en Colombia?» (Santiago de Cali, Universidad EAFIT, 2016).

⁴ Ricardo Arturo Vega, Alejandro Castaño Ramírez, y Julieta Mora Ramírez, *Pymes: reflexiones para la pequeña y mediana empresa en Colombia* (Bogotá: Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano, 2011).

⁵ Alejandro Beltrán, «Los 20 problemas de la pequeña y mediana empresa», *Sotavento M.B.A.* 7 (12 de junio de 2006): 20.

hacen mover los otros ítems de importancia en las organizaciones”⁶. La innovación y el conocimiento no tienen que estar ligados necesariamente con nueva tecnología, se innova al modificar procesos, haciendo uso del conocimiento, con el fin de hacerlos más eficaces, más eficiente, más productivos, “innovar es transformar en valor una oportunidad de mejora”⁷. Y el éxito de las PYMES, en estos contextos competitivos debe pasar necesariamente por la innovación, por la mejora de sus procesos, por el uso de métodos y técnicas ya probadas y validadas.

Para las PYME como para cualquier empresa, la eficiencia de sus procesos son un aspecto clave para su estabilidad económica, los procesos eficientes son más beneficiosos y lucrativos que los ineficientes, y la eficiencia se puede mejorar continuamente a través del uso de modelos de mejora de proceso, no contar con métodos, herramientas o técnicas de control y mejora puede ser un aspecto que impacte negativamente en la supervivencia de la organización, pues en el día a día de la empresa el uso inadecuado de recursos, el reproceso de productos defectuosos, los sobre procesos, las esperas, la sobre producción, el mal diseño de un proceso puede generar, sin que la misma empresa se dé cuenta, importantes pérdidas económicas⁸.

Ante este panorama, se hace necesaria la formulación (para su posterior implementación) de un modelo de mejora, centrado en el rediseño, que permita optimizar la eficiencia de los procesos y la mejora continua de la empresa.

Todo lo anterior es válido para las PYMES metalmecánicas, entendidas como aquellas que realizan un proceso de transformación a materia prima siderúrgica:

⁶ Dinero, «¿Por qué fracasan las pymes en Colombia?», Pymes en Colombia, 9 de febrero de 2015, <http://www.dinero.com/economia/articulo/pymes-colombia/212958>.

⁷ Alberto Tundidor Díaz, *Cómo innovar en las pymes: Manual de mejora a través de la innovación* (MARGE BOOKS, 2016).

⁸ Ricardo Fernández García, *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa* (Editorial Club Universitario, 2013).

aceros, aluminios, cobre o materiales similares⁹ teniendo en cuenta las competencias necesarias del personal y con un enfoque en la planificación y el control, para garantizar el cumplimiento de los requisitos dados por el cliente.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué modelo (VSM, BPR, MPE, PPM)¹⁰ de mejora, centrado en el rediseño, sería el más adecuado para una PYME del sector metalmecánico?

⁹ José Divitt Edward Velosa García, «Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las PYMES del sector metalmecánico colombiano» (masters, Universidad Nacional de Colombia, 2011), <http://bdigital.unal.edu.co/3899/10/291483.20114.pdf>.

¹⁰ Value Stream Mapping , Business process redesign, modelo de mejoramiento de los procesos y Programa permanente de mejoramiento de la productividad son algunos de los modelos de mejora que se tendrán en cuenta en este proyecto

2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existe un número importante de literatura proponiendo técnicas, métodos, sistemas, estrategias, teorías que se presentan como alternativas viables para mejorar los múltiples problemas que puede tener una organización. Algunos son novedosos, otros son la reformulación de recetas ya conocidas que en teoría podrían funcionar. Sin embargo, esta sobreoferta puede crear confusión y generar más dudas que respuestas. Cada empresa es diferente y aunque se busquen cosas similares (rentabilidad, eficiencia, calidad, productividad) las particularidades propias hacen que las “recetas de mejora” no se puedan aplicar igual a todas las industrias. Además, estos métodos o técnicas deben ser abordados correctamente y darles el alcance adecuado. Es común que muchas empresas vean “sus problemas como un todo o más bien como uno solo y como tal quieren que se solucione con una sola herramienta”¹¹, y la realidad suele ser más compleja que eso.

Este trabajo surge de la motivación por encontrar dentro de un abanico limitado de modelos de mejora una alternativa que se ajuste al contexto específico de las PYMES del sector metalmecánico. Para ello se seleccionarán 7 modelos de mejora¹², se estudiarán las técnicas y fases propuestas por cada uno, se analizará sus atributos y limitantes, para de esta forma seleccionar el que mejor se adapte a una PYME metalmecánica. También se tendrán en cuenta, de ser necesario, aspectos que pueden no estar involucrados en los modelos de mejora de forma explícita, como la comunicación, la cultura organizacional o la gestión del conocimiento (por mencionar algunas), pero que debido a la realidad concreta de

¹¹ Francisco González Correa, «Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas», *Panorama Administrativo* Año 1, n.º 2 (2007): 85-112.

¹² Lupita Serrano Gómez, Ortiz Pimiento, y Néstor Raúl, «Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño», *Estudios Gerenciales* 28, n.º 125 (1 de octubre de 2012): 13-22, [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70003-7).

este tipo de empresas se determine que el uso de estos aspectos será un insumo necesario para poder concretar el objetivo de la mejora.

Mora-Riapira, citando a Solleiro (2005) expone que “la competitividad es la capacidad de una organización para mantener o incrementar su participación en el mercado basada en nuevas estrategias empresariales, en un sostenido crecimiento de la productividad...”¹³, y esa es la principal intención de este trabajo, diseñar un modelo de mejora, centrada en el rediseño de procesos que permita a las empresas utilizar información confiable de manera óptima, para que sus procesos estén dentro de un control estadístico, minimizando los desperdicios y cumpliendo las metas de generación de producto no conforme. Este modelo tiene la intención de proporcionar herramientas que orienten y faciliten la planeación de los procesos, el cual le permitirá “anticiparse a lo que el futuro puede traer y ajustar el pensamiento de las Pymes y las acciones a la compensación de cualquier impacto negativo potencial”¹⁴. Esto se hará sin olvidar que las mejoras solo son posibles al contar con un personal competente y debidamente capacitado y de esta forma “mejorar el rendimiento mediante el aprovechamiento y mantenimiento presente y futuro del valor de los activos de conocimiento”¹⁵. Al final se espera contribuir a una de las principales metas de todas las organizaciones: tener a un cliente satisfecho.

¹³ Edwin H. Mora-Riapira, Mary A. Vera-Colina, y Zuray A. Melgarejo-Molina, «Planificación estratégica y niveles de competitividad de las Mipymes del sector comercio en Bogotá», *Estudios Gerenciales* 31, n.º 134 (1 de enero de 2015): 79-87, <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.08.001>.

¹⁴ Rubi Consuelo Mejía, «Sistema de Control para las pequeñas y medianas empresas (SICOP)», *Revista Universidad Eafit* 38 (1 de enero de 2002): 73-86.

¹⁵ Echeverry et al., «La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia».

3 OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y aplicar un modelo de mejora, centrado en el rediseño, acorde a las necesidades de eficiencia y mejora continua de una PYME del sector metalmecánico. Dosquebradas, Risaralda, 2019.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir el modelo de mejora a ser adaptado al proceso.
- Definir los componentes e indicadores del modelo de mejora
- Definir los procesos del esquema de aplicación del modelo de mejora
- Diseñar el esquema de implementación de la mejora.
- Validar el modelo en un proceso.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

La búsqueda constante de la mejora en la producción no es algo nuevo, pero cobró una importancia especial durante el advenimiento de la revolución industrial. En esta nueva etapa del desarrollo de los medios de producción, la eficiencia y la eficacia eran claves, y unas de las primeras mejoras que se pudieron incorporar a los procesos productivos fueron la división del trabajo y la especialización por etapas¹⁶. Esta división del trabajo permitía que unos cuantos trabajadores realizaran el trabajo de muchos, la clave estaba en dividir las actividades necesarias para la generación de un producto, especializar al operario, el cual las realizaría más rápido comparado con el trabajo de un solo artesano que elaboraba la pieza de principio a fin. Este cambio sumado a la ayuda mecánica proporcionada por las máquinas elevaría la producción (durante la revolución industrial) a unos niveles nunca antes visto¹⁷.

La administración científica del trabajo llegó con Taylor, el cual proponía nuevos métodos de organización, los cuales incluían criterios para la selección del personal, en donde se sopesaba sus habilidades y experiencia, esto era nutrido con un proceso de entrenamiento, en donde el operario era introducido a las actividades para las cuales fue contratado con el fin de minimizar los errores producto del aprendizaje, además se conocía las reglas que regían las empresa. Además de lo anterior, Taylor planteaba la necesidad de generar un ambiente cooperativo y proporcionar estímulos salariales según el rendimiento individual. También veía necesario estructurar la división tanto en el campo operativo como

¹⁶ Adam Smith, *Investigacion de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (En la Oficina de la Viuda e Hijos de Santander, 1794).

¹⁷ Jose Juarranz, *Las transformaciones científicas, técnicas y económicas (1850-1914)* (Madrid: Ediciones AKAL, 1984).

en el administrativo, los directivos de la planeación también deben especializarse¹⁸.

Los procesos productivos siempre están en busca de mejoras y estos llegaron nuevamente de la mano de Ford, el cual revolucionó el mundo con la introducción de un automóvil a un precio razonable. El modelo T tenía un valor de 850 Dólares en 1908, pero para 1920 este monto había bajado a 300 dólares¹⁹. Este precio se sustentaba en la mejora de los procesos productivos, con el perfeccionamiento de la producción en serie, la especialización, la mecanización y la elevación de los salarios a los trabajadores²⁰. En 1914 Ford pagaba sus trabajadores 5 dólares por día, cuando el promedio en empresas similares estaba entre 2 y 3 dólares²¹, esta diferencia salarial contribuyó a que los mejores mecánicos buscarán hacer parte de la compañía y de esta forma aportar su experiencia y competencias en la generación de automóviles mejores y más económicos.

Otra estrategia a la cual se recurrió para la mejora de los procesos, fue el implementar la estructura burocrática planteada por Max Weber, en donde las reglas están escritas, existe una clara división del trabajo, con un orden jerárquico (organigramas), impersonalidad en las relaciones laborales, entrenamiento especializado, selección de personal según las competencias técnicas y salario según el rendimiento²². Las estructuras administrativas de las empresas deben ser profesionalizadas y regidas por normas claras según un enfoque científico, para garantizar su eficacia y eficiencia, esto iba de la mano de lo que estaba planteando el contemporáneo de Weber, Henry Fayol. Fayol además introduce lo que será conocido como los elementos de la administración: planeación,

¹⁸ Taylor, Frederick Winslow, *Principios de administración científica* (Buenos Aires: El Ateneo, 1973).

¹⁹ Monica L. Rausch, *Henry Ford Y El Automóvil Modelo T* (Gareth Stevens, 2007).

²⁰ Lorena Holzmann, «FORDLÂNDIA. ASCENSÃO E QUEDA DA CIDADE ESQUECIDA DE HENRY FORD NA SELVA, de Greg Grandin», *Caderno CRH* 24, n.º 63 (31 de mayo de 2012), <https://portalseer.ufba.br/index.php/crh/article/view/19281>.

²¹ Antonio Serra Ramoneda, *Mercados, contratos y empresa* (Univ. Autònoma de Barcelona, 2003).

²² Ángel Baguer Alcalá, *Un timón en la tormenta: cómo implantar con sencillez la gestión de los recursos humanos en la empresa* (Ediciones Díaz de Santos, 2001).

organización, dirección y control, dándole una especial importancia a la planeación y a la organización, de la cual depende el buen funcionamiento de los demás aspectos²³.

Luego del enfoque “frío” de Weber y su estructura burocrática e impersonal, llega Elton Mayo a proponer un esquema en donde el factor “humano” y las relaciones personales son vitales para el éxito de la empresa. Bajo este enfoque se realizaron estudios sobre la motivación de los obreros en la planta y como esto influye en la producción, el ausentismo y la rotación de personal (desde lo negativo). Mayo constató que los obreros motivados y bajo un entorno de cooperación y solidaridad, contribuían de mejor manera a conseguir los objetivos de la empresa²⁴. Gracias a estos aportes se iniciaron estudios y transformaciones tendientes a mira al obrero como una pieza importante dentro de la organización y no solo como mano de obra contratada.

Con Walter Sheward llegó la estadística de forma contundente a aportar a los procesos de mejora en la industria. Sheward aplicó el “control estadístico” para monitorear el comportamiento de la producción y de esta forma proporcionar una herramienta para detectar las variaciones en los procesos. Estas variaciones las clasificó como de causa común y de causa especial, en donde la primera (común) son las variaciones propias de los procesos y las segundas (especiales) se generan por aspectos que no son propios o naturales de los procesos, como son la falta de capacitación, el cambio de materia prima, las deficiencias en ciertas maquinas²⁵. El control estadístico se constituyó en una herramienta para identificar los fallos de los procesos y atacarlos con el fin de mejorar la eficacia y la eficiencia.

²³ Angel Bedoya Vélez, *Los clásicos de la gerencia*, Primera, Lecciones (Bogotá: Universidad del Rosario, 2007).

²⁴ Elton Mayo, *The Human Problems of an Industrial Civilization* (New York: Routledge, 2004).

²⁵ Edson Pacheco Paladini, «As bases históricas da gestão da qualidade: a abordagem clássica da administração e seu impacto na moderna gestão da qualidade», *Gestão & Produção* 5, n.º 3 (diciembre de 1998): 168-86, <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1998000300002>.

El mejoramiento de la calidad de los procesos recibió un aporte importante y duradero con el trabajo realizado por Edwards Deming, el cual introdujo varios aspectos que serían incorporados en muchas empresas y modelos de gestión. El ciclo Deming, que consta de cuatro pasos que se repiten una y otra vez contribuyendo a la mejora continua, está conformado por el planear, el hacer, el verificar y el actuar²⁶. Este ciclo es la base del Kaizen y de muchos sistemas de gestión (el ISO 9001, entre ellos). Además de este valioso aporte, Deming introdujo el concepto de “cliente interno”, en donde se especifica que cada proceso debe ser tratado con los mismos cuidados y diligencias que a cualquier cliente “externo”. Si se desea cumplir con las exigencias del cliente externo, se debe proveer al cliente interno de lo necesario en el momento adecuado y de esta forma garantizar los requisitos en calidad y en tiempo exigidos por el mercado.

Otro avance en el mejoramiento de los procesos y en la calidad del producto viene de la mano de Armand Feigenbaum, el cual es el creador del concepto “control total de la calidad”. Feigenbaum afirma que la calidad no es competencia solo de producción, la calidad se alcanza cuando todos los procesos (o departamentos) se articulan para nutrir de “calidad” cada etapa. La calidad para Feigenbaum citado por Garza es entendida como “lo mejor para el cliente en servicio y precio”²⁷. Un fundamento esencial para este autor (Feigenbaum) son las relaciones humanas, las cuales actúan sobre los procesos de control, el cual a su vez se configura en una herramienta administrativa encargada de determinar las principales características de calidad (según las especificaciones del cliente), establecer estándares para los requisitos asignados, controlar los excesos o el sobre proceso y mejorar constantemente los estándares de calidad.

Un discípulo de Deming que generó valiosos aportes a la mejora de los procesos y de la calidad fue Kauro Ishikawa. Ishikawa, entre muchas otras contribuciones,

²⁶ Jeffrey K. Liker, *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo* (Grupo Planeta (GBS), 2010).

²⁷ Edmundo Guajardo Garza, *Administración de la calidad total* (Mexico: Editorial Pax México, 2008).

ideo el concepto de “los círculos de calidad”, los cuales están constituidos por miembros de un mismo equipo de trabajo que se reúne periódicamente para analizar los problemas de su área y encontrar e implementar mejoras. Aquí son los mismos operarios los que gracias a su conocimiento específico de su lugar de trabajo y de las operaciones en las que están involucrados, pueden aportar valiosas ideas prácticas²⁸. En este proceso el colaborador se empodera sintiéndose participe de la mejora, de la empresa y de los procesos, aumentando el sentido de pertenencia. Otro aporte importante de Ishikawa fueron las 7 herramientas de la calidad²⁹. Estas fueron recopiladas y divulgadas por él, y desde entonces son enseñadas y usadas en todo el mundo.

Otro autor valioso y reconocido por sus aportes conceptuales para la mejora de la calidad de los productos o servicios y a la eficiencia de los procesos es Joseph Juran. Para Juran la gestión de la calidad debe estar integrada por tres etapas, conocidos como la trilogía de Juran, la primer es la planeación, en donde se determina quién es el cliente, cuáles son sus necesidades, que características debe tener el producto para que cumpla con dichas necesidades, que procesos son necesarios para conseguir el producto deseado y finalmente, producir el bien o servicio. El control se centra en la etapa de evaluación de la calidad del producto, una comparación con el estándar y un actuar sobre las diferencias. Y finalmente una etapa de mejora, en donde se determina los recursos necesarios para la mejora, se establecen los proyectos, se crea un equipo responsable de la mejora y se capacita y motiva a dicho equipo para que actuara sobre el problema identificado³⁰. Juran llamó a dicho grupo de personas, equipo de mejora y tiene ciertas similitudes (y diferencias) con los círculos de calidad planteados por Ishikawa.

²⁸ Mariano L. Bernárdez, *Desempeño humano / Human Performance: Manual De Consultoria / Consulting Manual* (Indiana: AuthorHouse, 2009).

²⁹ Francisco Javier Miranda González, Antonio Chamorro Mera, y Sergio Rubio Lacoba, *Introducción a la gestión de la calidad* (Madrid: Delta Publicaciones, 2007).

³⁰ Joseph M. Juran y Jesús Nicolau Medina, *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos* (Ediciones Díaz de Santos, 1990).

Así pues, luego las anteriores contribuciones a los procesos de producción y calidad, llega un programa cuyo estándar y meta es la generación de “cero defectos”. El artífice de esta iniciativa fue el empresario Phil Crosby. Para Crosby la calidad consiste en cumplir con los requisitos del cliente, el sistema de calidad tienen como fin la prevención de los defectos, la meta del proceso es la generación de cero defectos y la medida de la calidad es el precio del incumplimiento³¹. Estos son los cuatro principios bajo los cuales se estructura el programa de Crosby, dicho programa consta de 14 pasos, y el fin de estos pasos es la mejora continua y la eliminación de las inspecciones, haciendo todo bien desde la primera vez. Este programa exige capacitación, comunicación y orden al interior de la organización, además de un liderazgo y un reconocimiento al trabajo en equipo. Este programa, en consonancia con muchas de las últimas ideas expuestas, da un rol importante al colaborador, al operario. Ya no es solo “mano de obra”, es un cliente interno valioso y sin su apoyo no será posible generar de forma eficiente y eficaz un producto con calidad.

Dentro de los trabajos actuales (tesis de grado) en cuyo eje temático se relacionen procesos de mejora, se encontró que la mayoría hace referencia a mejoras puntuales de un proceso, como por ejemplo “Diagnóstico de los tiempos medios de atención para la ejecución de trabajos no programados en la red correspondientes a la unidad operativa Bogotá zona sur Codensa S.A ESP”³², cuyo eje gira alrededor de los estudios de tiempos, el control de la producción, la productividad industrial y el desarrollo de procesos.

³¹ Philip Crosby, *La calidad no cuesta* (Mexico: McGRAW HILL BOOK COMPANY, 1998).

³² Montenegro Moreno y Lida Yineth, «Diagnóstico de los tiempos medios de atención para la ejecución de trabajos no programados en la red correspondientes a la unidad operativa Bogotá zona sur Codensa S.A ESP» (Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2017), <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/7732>.

El mismo caso se encontró con el trabajo “Propuesta para el mejoramiento en la eficiencia en la producción de panela generada en la Central de Mielés Quinchía”³³ o del trabajo para el “Rediseño ergonómico de puestos de trabajo en la línea de armado de transformadores monofásicos, en la Empresa Magnetron de la Ciudad de Pereira”³⁴. Estos trabajos se enfocan en la mejora de los procesos y en la calidad del producto desde un enfoque de mejoramiento de rediseño de procesos, pero se diferencia de la presente propuesta en que no pretenden generar un modelo de mejorar como tal, sino ofrecer soluciones puntuales a unos problemas detectados (eficiencia en la producción de panela o rediseño ergonómico). Sus propuestas son valiosas y serán tenidas en cuenta, así no encajen dentro de lo que se espera realizar con este trabajo.

Los criterios de búsqueda para los últimos trabajos (tesis) fueron: tesis desde el 2012 hasta la fecha con las palabras clave como: mejora, mejoramiento de procesos, modelos de mejora.

4.2 MARCO DE REFERENCIAS

Al buscar un mejoramiento de los procesos, se hace referencia, en primera instancia, a entender que es lo que ocurre en dichos procesos, enterarse de los detalles, del “como” se hace, y a partir de esto establecer un estado, un diagnóstico, el cual será comparado con otro estado ideal con el fin de mejorar y hacerlo más eficiente³⁵. En este contexto entendemos el término “proceso” como:

³³ Bañol Motato y Anian De Jesús, «Propuesta para el mejoramiento en la eficiencia en la producción de panela generada en la Central de Mielés Quinchía» (Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2016), <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6490>.

³⁴ Alejandro Otolara Castro y Alejandra Lozada Álvarez, «Rediseño ergonómico de puestos de trabajo en la línea de armado de transformadores monofásicos, en la Empresa Magnetron de la Ciudad de Pereira» (Universidad Tecnológica de Pereira, 2016), <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/7888>.

³⁵ Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, *Administración de operaciones: estrategia y análisis* (Mexico: Pearson Educación, 2000).

“la secuencia ordenada de actividades cuyo producto tiene valor intrínseco para su usuario o cliente”³⁶. Para que esta mejora se dé es necesario un compromiso e involucramiento claro de la dirección, la configuración de un equipo de mejora, el compromiso de todos los miembros de dicho equipo, la planificación y realización de actividades de mejora (contando con los recursos necesarios), todo esto articulado dentro de un plan de mejora con unas fases de control y seguimiento³⁷.

Los procesos de mejora pueden ser clasificados según su alcance en tres grupos³⁸:

- El primero es denominado nivel incremental, es también conocido como Kaizen o mejora continua, y busca que cada integrante de la empresa se esfuere por reducir el desperdicio y aumentan la calidad y la eficacia en todos los procesos³⁹, se hace todos los días y solo se consigue con el apoyo de la gente y de un proceso de estandarización.
- Luego se identifica el segundo tipo de mejora, conocido como “rediseño de procesos”, el cual busca transformar los procesos identificados como “deficientes” generando nuevas actividades, incorporando nuevos esquemas de trabajo, nuevos métodos, todo con el fin de reducir tiempos, evitar movimientos innecesarios, mejorando la cadena de valor y la competitividad⁴⁰.
- Por último se encuentra la mejora centrada en la reingeniería, la cual es entendida como un “rediseño radical de los procesos empresariales con el fin de provocar mejoras espectaculares en los rendimientos y resultados”⁴¹,

³⁶ José Antonio Pérez Fernández de Velasco, *Gestión por procesos* (Madrid: ESIC Editorial, 2010).

³⁷ María Luisa Perugachi, *Optimización de procesos: la concesión de radiofrecuencias en el Ecuador* (Quito: Editorial Abya Yala, 2004).

³⁸ Serrano Gómez, Pimiento, y Raúl, «Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño».

³⁹ Joan Ramón Sanchís Palacio y Domingo Ribeiro Soriano, *Creación y dirección de Pymes* (Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1999).

⁴⁰ Alejandro Medina Giopp, *Gestión por procesos y creación de valor público: un enfoque analítico* (Santo Domingo: INTEC, 2005).

⁴¹ Michael Hammer y Steven A. Stanton, *La Revolución de la reingeniería: un manual de trabajo* (Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1997).

en la reingeniería se pretende cambiarlo todo, empezar de nuevo, lo que supone una mayor inversión y mayores expectativas.

El enfoque planteado por este trabajo es el centrado en el rediseño de procesos, y a continuación se esbozará algunas de las propuestas hechas por diferentes autores, cuya finalidad es encontrar una mejora en los procesos para que estos tengan menos desperdicios y sean más eficientes y eficaces.

4.2.1 Business process management (BPM).

El Business Process Management (BPM) busca analizar y mejorar continuamente los procesos de una organización a través de la optimización de sus actividades, especialmente aquellas que considera las “apalancadoras”, ósea, las que agregan más valor al producto o servicio y por la cual el cliente está dispuesto a pagar, y para lograr este propósito se vale de una serie de métodos, herramientas y tecnologías. El BPM parte de la necesidad surgida en la década de los 90 de orientar la gestión de las organizaciones hacia los procesos⁴², la cual concibe al producto o servicio ofrecido como el resultado de una serie de actividades que toman una o más entradas, las transforman (agregando algo de valor para el cliente) y generan una salida⁴³.

El BPM se ha desarrollado en dos líneas, una directamente relacionada con la gestión en las organizaciones (administración de la empresa) y otra con un enfoque dado desde las ciencias de la computación. La primera perspectiva está orientada a buscar e implementar herramientas, estrategias y métodos que contribuyan a mejorar los procesos, eliminar desperdicios, reducir costo, todo con el fin de elevar la satisfacción de cliente⁴⁴.

⁴² Mathias Weske, *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures* (Springer Science & Business Media, 2007).

⁴³ Mariana Marcelino Aranda y Dania Ramírez Herrera, *Administración de la Calidad: Nuevas Perspectivas* (Grupo Editorial Patria, 2014).

⁴⁴ Weske, *Business Process Management*.

La segunda perspectiva (desde las ciencias de la computación) busca recopilar necesidades, herramientas, métodos e información a nivel general y con ello estructurar una arquitectura informática que sistematice en un programa todo lo recopilado y sea una herramienta para la planeación, organización, ejecución y seguimiento de los proyectos de mejora o de la gestión de los procesos en las organización⁴⁵, para esta perspectiva las empresas son la una fuente de donde extraen sus necesidades, sus potencialidades, sus capacidades y con ello diseñan respuestas informáticas con las que buscan responder a las necesidades de la organización. El programa informático resultante suele ser llamado “sistema de gestión de procesos de negocio”. Estos programas están cobrando mucha relevancia en el contexto actual.

Para la implementación del BPM es necesario cumplir con una serie de reglas, las cuales serán el insumo sobre el cual fundamentará el proceso de mejora⁴⁶.

Dentro de las pautas más representativas se pueden encontrar las siguientes:

- Los procesos deben estar debidamente mapeados y documentados (pues es requisito entender el proceso).
- Exige sistemas y procedimientos documentados y estandarizados.
- Se miden y evalúa el desempeño de los procesos y se compara con unos objetivos, estos deben guardar coherencia con la finalidad de la organización.
- Trabaja bajo un enfoque de mejora continua.
- Debe buscar las mejores prácticas con el fin de lograr un producto o servicio competitivo.

⁴⁵Weske.

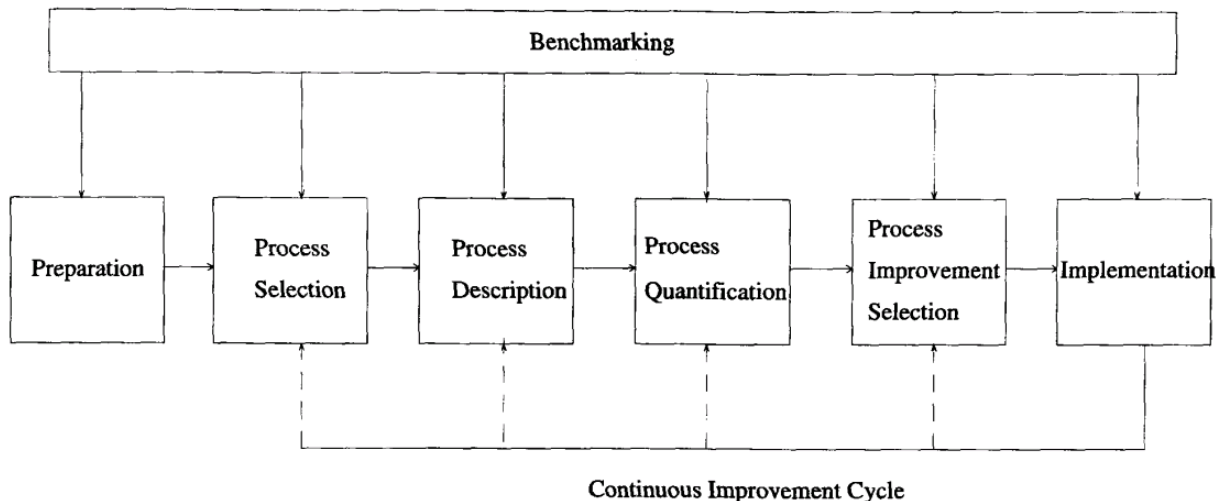
⁴⁶ Mohamed Zairi, «Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness», *Business Process Management Journal* 3, n.º 1 (1 de abril de 1997): 64-80, <https://doi.org/10.1108/14637159710161585>.

- El BPM es un enfoque cultural, por lo tanto no es suficiente tener buenos sistemas o la estructura correcta.

4.2.1.1 Pasos para la implementación del BPM.

Los pasos para la implementación del BPM pueden variar entre un autor y otro, pero se pueden resumir en 6 fundamentales que pueden observarse en grafica 1, tomada del texto “Business Process Management: Survey and Methodology”⁴⁷.

Grafica 1. Pasos BPM



Fuente: Elzinga 1995

1. Prepara el BPM

La preparación del BPM parte de tener claridad sobre los principios de la organización, sobre tener constituido y socializado la misión, la visión y los objetivos de la empresa, estos deben ser medibles. Una vez se tenga claridad sobre estos aspectos estratégicos, se analizara para determinar cuál es el objetivo, cual es el aspecto que según la dirección es relevante y amerita ser mejorado.

⁴⁷ D Jack Elzinga et al., «Business Process Management: Survey and Methodology», *Engineering Management, IEEE Transactions on* 42 (1 de junio de 1995): 119-28, <https://doi.org/10.1109/17.387274>.

En caso de no tener misión y visión, se deben proceder a elaborarla, teniendo presente que esta debe ser construida por la alta dirección.

2. Seleccionar el BPM

Con la misión, la visión y los objetivos claros e interiorizados en toda la organización, se conforma un grupo de trabajo para seleccionar el proceso a mejorar. Como herramienta para la selección se pueden usar Benchmarking, lluvia de idea, matrices de priorización o cualquier otra que la organización considere conveniente.

Una vez seleccionado el proceso, se creara un grupo de trabajo en donde el dueño del proceso será el responsable de la implementación del BPM.

3. Descripción del proceso.

Cuando el grupo de trabajo ha seleccionado el proceso al cual hará el BPM, se procede a generar una descripción detallada del mismo, en ella se enmarcan los límites y con ellos el alcances del BPM. Esta descripción permitirá que el grupo conozca al detalle cuales son las entradas, quienes son los clientes, que materias primas usa, cuáles son sus actividades, en cuales se agrega valor y en cuales se generan desperdicios. En esta etapa se pueden usar herramientas tales como el diagrama de flujo, un VSM o un diagrama causa-efecto.

4. Cuantificación del proceso.

La cuantificación del proceso consiste valorar todo lo encontrado en la descripción del proceso y compararlo con unas metas, un estándar o un deber ser. En este punto lo importante es asignar un valor a lo hallado (minutos, cantidades, peso, etc) para poder valorar la eficiencia y de esta forma determinar si se está consumiendo más materia prima de la necesaria, si los tiempos exceden los estándares, si las actividades ejecutadas agregan o no valor al producto o servicio,

si se están generando desperdicios, si el proceso está cumpliendo con los objetivos y con las metas establecidas.

5. Selección de la mejora del proceso.

Con el proceso descrito y cuantificado, se procede a determinar qué aspectos son los que necesitan mejora. Para ello se comparan las métricas recopiladas en el paso anterior y se seleccionan aquellos aspectos que el grupo de BPM considere claves, para ello se puede hacer uso de diagramas de Pareto, matriz valor-costo, diagramas causa y efecto o cualquier herramienta que ayude a jerarquizar y seleccionar los hallazgos.

6. Implementación.

Con las oportunidades de mejora seleccionadas, se pasa a generar un plan de trabajo, en donde partiendo de la claridad de los objetivos, reducir tiempo y desperdicios por ejemplo, se pasa a asignar responsabilidades, recursos y determinar los tiempos de implementación. Es importante dejar la descripción de cómo era el proceso antes de la mejora, para tener con que comparar, de esta forma se evidencia que tanto se mejoró.

Las mejoras implementadas deben ser objeto de seguimiento, de esta forma se monitorea la continuidad del proceso y se disminuyen los riesgos de incumplimiento, retroceso o abandono de la mejora.

7. Ciclo de mejora continua.

Una vez implementada la mejora, se procede a repetir el proceso. Se seleccionara un nuevo proceso, un nuevo líder y un nuevo grupo, sin olvidar hacer seguimiento a las mejoras ya realizadas y analizarlas periódicamente con el fin de encontrar desviaciones u oportunidades de mejora.

4.2.1.2 Herramientas usadas.

Cada etapa hace uso de una serie de herramientas. Podemos destacar:

1. Alineación estratégica.
2. Benchmarking.
3. Lluvia de ideas.
4. Matriz de priorización.
5. VSM
6. Diagrama de proceso.
7. Diagrama de flujo.
8. Diagrama de causa-efecto.
9. Matriz de valor de proceso.
10. Pareto.
11. Matriz de costo beneficio.

4.2.2 Business Process Redesign (BPR)

La búsqueda por la mejora de los procesos es algo habitual en las empresa, para ello se invierte tiempos, esfuerzos y se usan diferentes métodos que puede tomar diferentes nombres. Ya sean círculos de calidad, gestión de calidad, reingeniería, rediseño de procesos o mejorar continua, las empresas necesitan mejorar, necesitan ser más competitivas y aumentar sus niveles de calidad, de productividad sin que ello afecte de forma significativa sus recursos. Y en el sentido más amplio eso es lo que busca el BPR, el cual se puede resumir como “la realineación de sus procesos con el fin de volverlos más competitivos”⁴⁸.

El BPR también es conocido como Business process reengineering, como process redesign, business transformation, o como business process change management,

⁴⁸ Gail Corbitt, Lauren Wright, y Mark Christopolus, «New Approaches to Business Process Redesign: A Case Study of Collaborative Group Technology and Service Mapping», *Group Decision and Negotiation* 9, n.º 2 (1 de marzo de 2000): 97-107, <https://doi.org/10.1023/A:1008750520257>.

y puede ser definida como: replanteamiento radical de procesos importantes y cruciales para lograr mejoras dramáticas en varias operaciones medibles⁴⁹.

El termino BPR se asocia con Michael Hammer (1990) quien habló sobre la necesidad de una mejora dramática en los procesos organizacionales a través del proceso de rediseño y acuño la siguiente definición, que es citada por Corbitt (1994): el BPR es “una colección de actividades que requiere una o más tipos de entrada y crea una salida que es de valor para el cliente”⁵⁰, el autor plantea que para cumplir con el propósito deseado se deben seguir los siguientes principios:

- Organizarse en torno a lo que agrega valor, a los resultados y no a las tareas.
- Aquellos que usan las salidas del proceso ejecuten el proceso.
- Recopilar la información necesaria en el mismo proceso en donde se origina (forma directa).
- vincular actividades paralelas en lugar de simplemente integrar sus resultados mientras se mantienen separados los procesos
- capacidad de tomar decisiones en el lugar donde se realiza el trabajo.

4.2.2.1 Pasos BPR.

Además de estos principios el BPR plantea al menos cuatro pasos:

1. Descripción general de la organización y formación del BPR:

- identificación de los clientes de sus necesidades y expectativas.
- Límites del proyecto.
- Mapear el proceso.
- Priorizar las áreas a mejorar.

⁴⁹ Markku Tinnilä, «Strategic perspective to business process redesign | Business Process Re-engineering & Management Journal | Vol 1, No 1», *Business Process Re-engineering & Management Journal* Vol. 1, n.º 1 (1995): 44-59.

⁵⁰ Michael Hammer y James Champy, *Reingeniería: Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa* (Bogotá: Norma, 1994).

- Formar el grupo de BPR
- Definir responsabilidades.

2. Identificación y definición de procesos (diagnostico):

- Determinar los requisitos del cliente.
- Determinar y documentar el proceso.
- Medir el proceso.

3. Rediseño del proceso:

- Tomar referentes de procesos o empresa con características similares (benchmarking).
- rediseñar el proceso actual para satisfacer mejor las necesidades del cliente.

4. Implemente y evalúe la solución:

- implementar, ejecutar y evaluar la solución rediseñada.
- Medir los resultados.
- Alimentarse de las opiniones de los clientes (opinión sobre los cambios).
- Repita el proceso.

Todo este proceso debe contar con el apoyo total de la alta dirección, esto es un requisito indispensable, al no contar con el soporte de la dirección se corre el riesgo de desperdiciar tiempo y esfuerzo.

4.2.2.2 Herramientas usadas:

- SIPOC
- Lluvia de ideas.
- Matriz de priorización.
- VSM

- Diagrama de proceso.
- Benchmarking.
- Matriz de valor de proceso.

4.2.3 Capability maturity model integration (CCMI).

El modelo CMMI fue desarrollado en la década de los 90 por el “US Department of Defense Software Engineering Institute”, como un método para evaluar a los contratistas que desarrollaban proyectos de software con aplicaciones militares⁵¹. El CMMI analiza a las organizaciones y las clasifica según un criterio de “madurez” y ofrece estrategias que facilitan una mejora gradual de sus procesos. Con el CMMI las organizaciones pueden enfrentar problemas tan típicos como la baja rentabilidad de los proyectos, ineficiencias en los procesos, baja calidad de los productos, desperdicios o desmotivación del personal⁵². Además este modelo de diagnóstico y de mejora también es usado para lograr optimizar la eficiencia y eficacia de los procesos, pues contribuye a analizar todas las actividades de la organización desde varios enfoques (no solo el “productivo”) y escalar paso a paso hasta lograr la meta deseada.

Un aspecto clave a tener en cuenta dentro de este modelo es que cada nivel de madurez (de un total de 5) necesita la implementación del nivel anterior, no se pueden saltar del 1 al 3, el modelo de madurez solo será efectivo en la medida en que las actividades planteadas en un nivel se concretan y sirvan como insumo para iniciar a la organización en las actividades que exige la siguiente etapa de mayor madurez⁵³.

⁵¹ B. Day et al., «Climbing the Ladder: CMMI Level 3», *2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference*, septiembre de 2009, 97-106, <https://doi.org/10.1109/EDOC.2009.29>.

⁵² Hugo Arboleda, Andrés Paz, y Rubby Casallas, «Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes», *Estudios Gerenciales* 29, n.º 127 (2013): 177-88, <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.05.006>.

⁵³ Shari S. C. Shang y Shu-Fang Lin, «Understanding the effectiveness of Capability Maturity Model Integration by examining the knowledge management of software development processes», *Total*

Arboleda (2013) citando a Riley (2011) lista las condiciones que se deben presentar para lograr un proceso de implementación exitoso del modelo CMMI. Las condiciones mencionadas son:

- Compromiso de la alta gerencia.
- Liderazgo operacional.
- Comunicación.
- Entrenamiento de los líderes.
- Entrenamiento de los empleados.
- Medición del progreso.
- Manejo de la iniciativa como un proyecto.
- Alineamiento de la iniciativa con la estrategia global.
- Uso de herramientas de soporte.
- Articulación de beneficios.
- Mejoramiento incremental.
- Involucramiento de los empleados.
- Cambio del sistema de administración de la productividad⁵⁴.

4.2.3.1 Niveles CCMI

La definición de la madurez de la empresa se hace al identificar el nivel en el cual se encuentra la organización, los niveles planteados por el modelo son:

1. Nivel 1: Inicial.

Es el nivel más bajo en el que se puede encontrar una empresa. Se identifica por que el proceso no está debidamente definido y los logros obtenidos dependen en

Quality Management & Business Excellence 20, n.º 5 (1 de mayo de 2009): 509-21, <https://doi.org/10.1080/14783360902863671>.

⁵⁴ Arboleda, Paz, y Casallas, «Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes».

gran medida de las motivaciones y los esfuerzos de los individuos⁵⁵. Este nivel es conocido como “ad hoc” o “heroico”, haciendo referencia a la “heroicidad” de los individuos que a pesar de no contar con procesos claros hacen todo lo posible por hacer bien su trabajo y lograr algunos éxitos para la organización, por lo tanto el logro de las metas depende de las habilidades propias de los colaboradores, y si estos ya no están o no se motivan lo suficiente el producto o servicio tendrá una calidad dudosa, irregular y con costos imprevisibles, el proceso será informal, mal controlado y con resultados impredecibles⁵⁶.

En este punto no existe proceso metodológico, o en caso de existir este no ha sido apropiado por la organización y es solo un documento archivado, esto contribuye a que el enfoque dado a los procesos sea más intuitivo y propio de cada trabajador, omitiendo la estandarización de los procesos⁵⁷. En este punto se puede encontrar que la empresa tiene la capacidad de diseñar, desarrollar, integrar y probar proyectos, siempre dependiendo (de forma casi exclusiva) de la competencia y empuje de sus trabajadores.

2. Nivel 2: Repetible.

Se ha establecido un primer nivel (básico) de gestión de proyectos, lo que permite programar y definir la funcionalidad y estimar costos y tiempos (junto a otros recursos)⁵⁸, además existe la disciplina para replicar las acciones exitosas de proyectos pasados en los nuevos proyectos, por lo tanto el buen desempeño es repetible⁵⁹. En este primer nivel la organización ha establecido unas políticas para la gestión y unos procedimientos para su implementación, además también se usan herramientas de mapeo, de administración de requerimientos, de

⁵⁵ Paul Harmon, *Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals: Third Edition*, 2014.

⁵⁶ Day et al., «Climbing the Ladder».

⁵⁷ Himelda Palacios y Néstor Porcell, «Obstáculos al implantar el modelo CMMI / Difficulties when implementing the CMMI organizational model», *Revista EAN*, 1 de agosto de 2013, 110, <https://doi.org/10.21158/01208160.n72.2012.571>.

⁵⁸ Palacios y Porcell.

⁵⁹ Harmon, *Business Process Change*.

seguimiento a los proyectos, y de medición y análisis. Los problemas de calidad son identificados, analizados y vigilados. Se cuentan con herramientas para garantizar la calidad de sus productos o servicios⁶⁰.

3. Nivel 3: Definido:

En esta etapa la organización estandariza y documenta la gestión de los procesos y de los proyectos, llegando a tener control sobre las actividades que se deriven⁶¹, además se cuenta con herramientas que permiten la detección temprana de “no conformes”. En este punto los procesos están caracterizados y son comprendidos muy bien, para lograr esto se cuenta con un programa de capacitaciones en donde se espera que el personal desarrolle las competencias necesarias para cumplir con las tareas que les fueron asignadas. La empresa tiene procedimientos para hacerle frente a la gestión del riesgo y desarrolla capacidades en “áreas clave del proceso” (KPA) como por ejemplo:

- enfoque del proceso,
- definición del proceso,
- programa de capacitación,
- ingeniería de productos
- coordinación intergrupar
- revisiones por pares⁶².

El nivel 3 se diferencia del nivel 2 en el uso de un proceso definido y planeado para lograr el resultado esperado⁶³.

⁶⁰ Day et al., «Climbing the Ladder».

⁶¹ Harmon, *Business Process Change*.

⁶² Day et al., «Climbing the Ladder».

⁶³ Isabel Ramos Román y Javier Dolado Cosín, *Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería del Software*. (Netbiblo, 2007).

4. Nivel 4: Gestionado.

Existe una comunicación constante entre todos los actores del proyecto desde sus primeras etapas, esto con el fin de dar un mejor uso a los recursos y determinar cuál es la actividad prioritaria en determinado momento⁶⁴. En esta etapa la información relacionada con el funcionamiento de los procesos y la calidad del producto es recopilada periódicamente, procesada y usada para mantener la operación dentro de unos límites especificados y poder predecir su comportamiento para tomar acciones antes de que algún evento no deseado se materialice. Este nivel se diferencia del 3 en que el proceso está controlado de manera consistente dentro de unos límites fijados por la organización o por el cliente.

5. Nivel 5: Optimización.

En este nivel los objetivos del proceso están en sintonía con los objetivos del negocio, son medidos y valorados en términos de eficacia y eficiencia. Cuando los objetivos del negocio se modifican los objetivos del proceso cambian, para adaptarse al nuevo contexto⁶⁵. La mejora continua es una pieza fundamental en los procesos, esto gracias al seguimiento cuantitativo de las actividades, la medición de sus resultados y la identificación de falencias y potencialidades⁶⁶. El nivel 5 se diferencia del nivel 4 en la capacidad de modificar los procesos (estandarizando el cambio) para adaptarse mejor a los nuevos requerimientos de la empresa y de sus clientes⁶⁷.

⁶⁴ Palacios y Porcell, «Obstáculos al implantar el modelo CMMI / Difficulties when implementing the CMMI organizational model».

⁶⁵ Román y Cosín, *Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería del Software*.

⁶⁶ Palacios y Porcell, «Obstáculos al implantar el modelo CMMI / Difficulties when implementing the CMMI organizational model».

⁶⁷ Maribel Morales Martínez, *Analítica web para empresas: Arte, ingenio y anticipación* (Editorial UOC, 2013).

4.2.4 Metodología de mejora de procesos integrada mipi.

La metodología de mejora de procesos integrada (MIPI), formulada por Adesola y Banes (2005) busca alinear los procesos con la misión y la visión de la organización mientras identifica las actividades que no agregan valor y las optimiza. MIPI orienta a la organización sobre “que tiene que hacer” y “como hacerlo”⁶⁸, además da herramientas para seleccionar de forma adecuada las causas que les impiden cumplir con los objetivos de la empresa, mejorando la eficacia y la eficiencia de los procesos sin perder de vista las metas comerciales⁶⁹.

4.2.4.1 Pasos MIPI

El modelo se construye a través de los siguientes 7 pasos:

1. Comprensión de las necesidades del negocio:

En este paso se verifica la existencia de una misión, visión y de los objetivos estratégicos del negocio, se analiza su pertinencia teniendo en cuenta el contexto y los intereses de todas la partes interesadas y se busca el compromiso de la dirección para el desarrollo del proyecto⁷⁰. En esta etapa se selecciona el equipo de mejora (con sus líderes, alcances y evaluación de progreso) y se identifica cual es el proceso que requiere ser intervenido. Para alcanzar los objetivos se hace uso de herramientas como análisis DOFA, matriz de partes interesadas, análisis de campo de fuerza, tabla de rendimiento de procesos y Pareto⁷¹ (entre otras).

⁶⁸ Zagloel T.U., Dachyar M, y and Arfiyanto F. N, «Quality Improvement Using Model-Based and Integrated Process Improvement (MIPI) Methodology» (Proceeding of the 11th International Conference on Q I R (Quality in Research), Depok, Indonesia,,: University of Indonesia, 2009).

⁶⁹ Sola Adesola y Tim Baines, «Developing and evaluating a methodology for business process improvement», *Business Process Management Journal* 11 (1 de febrero de 2005): 37-46, <https://doi.org/10.1108/14637150510578719>.

⁷⁰ Ms Sola Adesola, Dr Tim Baines, y Dr Neil Darlow, «MIPIM: Framework for Business Process Improvement», <http://citeseerx.ist.psu.edu>, 2006, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.121.9193&rep=rep1&type=pdf>.

⁷¹ Adesola y Baines, «Developing and evaluating a methodology for business process improvement».

2. Comprensión del proceso.

En esta etapa se busca entender el proceso seleccionado para la mejora, se identifican los límites, los alcances y las formas como se relaciona con otros procesos y las partes interesadas internas y externas (clientes, proveedores, etc.). Es importante enfocarse en el resultado final del proceso (producto o servicio) y detectar si se cumplen con los requisitos, necesidades y expectativas⁷². Esta comprensión del proceso debe ser validada en campo, para no correr el riesgo de identificar una “realidad” teórica que no corresponda con el día a día del proceso.

Las herramientas recomendadas en esta etapa son: voz del cliente, PEPSU, matriz ES/ NO ES.

3. Modelado y recolección de datos.

Se ahonda en el conocimiento del proceso y se procede a generar el flujo del proceso tal y como se identificó en la realidad. Se analiza cada actividad teniendo en cuenta las mediciones (tiempo, recurso, rendimiento). Estas métricas servirán como línea base comparativa en el proceso de mejora⁷³.

Las herramientas recomendadas son entrevistas, análisis de procesos, diagramas de valor, VSM.

4. Rediseño de procesos.

Partiendo de la línea base definida en el proceso anterior, se identifican los aspectos que se desean mejorar (tiempos, uso de recursos, calidad, etc.) y se hace una descripción detallada del proceso modificado propuesto (sin olvidar la capacidad y la disponibilidad de recursos). Se debe tener en cuenta el propósito del negocio y del proceso antes de diseñar la mejora, esto con el fin de darle

⁷² Adesola, Baines, y Darlow, «MIPIM».

⁷³ Adesola, Baines, y Darlow.

coherencia y legitimidad al proceso⁷⁴. El proceso rediseñado debe ser construido y validado junto con el personal operativo y con los “conocedores” de las actividades que se realizan al interior de área a mejorar.

Las herramientas recomendadas son: diagramas de flujo, lluvia de ideas, Benchmarking, diagrama de actividades.

5. Implementación de las mejoras en el proceso.

En esta etapa se concreta el rediseño del proceso, se pasa a la acción en el área a intervenir, se capacita, se estandariza y se ponen a prueba los cambios. Las mediciones son un aspecto relevante, pues estas mostraran si la intervención cumplió con su propósito. Para todo el proceso de mejora es de vital importancia la participación del personal directamente involucrado en las actividades que serán rediseñadas. Ellos son los que mejor conocen el proceso y por lo general tienen buenas ideas para su optimización. También es importante su apoyo en la etapa de implementación, informando de los avances y tropiezos y proponiendo soluciones ante las eventuales contingencias que suelen surgir cuando ocurren este tipo de cambios.

Las herramientas usadas en esta etapa son: diagrama causa efecto, análisis de valor agregado, listas de chequeo, SMED, 5s.⁷⁵

6. Evaluación del proceso mejorado y de la metodología.

Una vez el proceso se encuentra funcionando con las mejoras implementadas, se debe evaluar su eficacia y comparar los datos surgidos del proceso frente a los datos en la línea base. Esto mostrara si efectivamente las transformaciones redundaron en beneficios. También se debe analizar el diseño del proceso y la metodología usada, esto con el fin de identificar oportunidades de mejora que se

⁷⁴ Adesola y Baines, «Developing and evaluating a methodology for business process improvement».

⁷⁵ Adesola, Baines, y Darlow, «MIPIM».

concreten en un ejercicio permanente de mejora continua⁷⁶. Es importante la medición constante de los procesos y su comparación tanto con la línea base y su histórico (meses anteriores) y hasta donde sea posible con sus competidores, esto para identificar comportamientos de los procesos y para la generación de nueva metas.

Las herramientas comúnmente usadas son el ciclo de Deming, las herramientas analíticas de procesos y la autoevaluación⁷⁷.

7. Nuevo proceso de revisión.

El proceso de mejora continua no atañe solo a algunas actividades seleccionadas, esta debe ser en toda la organización, iniciando por la misma planeación estratégica de la empresa. Por lo tanto es necesario que periódicamente se evalúen si los objetivos de la empresa son los adecuados para cumplir con la misión y la visión, se debe evaluar si los planes de acción y los objetivos de los procesos están alineados con los de la empresa, si se cuenta con los recursos disponible para alcanzar las metas y si se cuenta con el personal competente. De aquí se debe desarrollar claridad sobre la visión estratégica del negocio, sus objetivos, el plan de acción y los mecanismos para controlar su ejecución⁷⁸.

Las herramientas utilizadas con la alineación estratégica, la matriz de mejora de proceso, el ciclo Deming, entre otros.

Cada uno de los anteriores pasos debe ser desarrollarse, sin omisiones y además cada paso debe incluir los siguientes aspectos:

- Objetivo
- Acciones

⁷⁶ Venky Shankararaman, Swapna Gottipati, y Randall E. Duran, «A Retail Bank's BPM Experience», *Journal of Information Technology Case and Application Research* 14, n.º 3 (1 de julio de 2012): 46-51, <https://doi.org/10.1080/15228053.2012.10845706>.

⁷⁷ Adesola, Baines, y Darlow, «MIPIM».

⁷⁸ Shankararaman, Gottipati, y Duran, «A Retail Bank's BPM Experience».

- personas involucradas
- Resultado / salida
- listas de verificación
- consejos y sugerencias,
- Herramientas y técnicas relevantes⁷⁹.

4.2.5 Business Process Improvement (BPI)

El BPI busca analizar la realidad de la compañía para la identificación de sus falencias para luego proceder a rediseñar los procesos con el fin de hacerlos más eficientes y eficaces y contribuir en el incremento de la competitividad⁸⁰. El BPI parte de estructurar el proceso de mejora a través de la configuración de la diversas fases o pasos que la conforma (5 fases)⁸¹ y está enfocado en la identificación y eliminación de los desperdicios, la eliminación de la burocracia y en la búsqueda de la satisfacción del cliente interno y externo⁸².

4.2.5.1 Fases BPI

El modelo consta de 5 fases:

1. Organizarse para la mejora.

Las actividades de mejora al interior de la empresa deben iniciar con una preparación (organización) de la empresa para la puesta en marcha de dichas actividades, esto contribuirá a minimizar los tiempos de implementación y le dará

⁷⁹ Adesola y Baines, «Developing and evaluating a methodology for business process improvement».

⁸⁰ Kock Ned, *Business Process Improvement Through E-Collaboration: Knowledge Sharing Through the Use of Virtual Groups: Knowledge Sharing Through the Use of Virtual Groups* (Idea Group Inc (IGI), 2005).

⁸¹ Giovanni Perez y Ana María Soto Camargo, «Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004», *Revista Universidad Eafit* 41, n.º 139 (1 de enero de 2005): 46-56.

⁸² H. James Harrington, *Mejoramiento de los procesos de la empresa* (McGraw-Hill, 1995).

al proceso unos resultados más duraderos⁸³. Este proceso de “organización” parte del compromiso de la dirección, sin el cual ningún proyecto podrá resultar exitoso, luego se establece el equipo de mejora, con su líder. El entrenamiento del personal juega un papel central, todos los miembros debe conocer las herramientas con las cuales van a trabajar. Además de los aspectos ya mencionados, la fase de organización debe tener en cuenta los siguientes aspectos⁸⁴:

- Socializar las metas que se quieren alcanzar a todo el personal.
- Revisar la estrategia de la empresa.
- Se revisan los requisitos de los clientes.
- Se identifican los procesos críticos.
- Desarrollar el modelo de mejora.
- una selección del proceso a mejorar,
- el desarrollo de un modelo de mejoramiento y
- la selección de los miembros del Equipo de mejoramiento de procesos.

2. Comprensión del proceso.

El mejoramiento del proceso requiere la comprensión de las actividades que la conforman, la caracterización de sus problemas, la identificación de los desperdicios y la medición de sus aspectos más relevantes⁸⁵. El conocimiento del proceso es lo que permite direccionar los esfuerzos de la iniciativa hacia el lugar adecuado, para culminar satisfactoriamente esta fase, se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Definir el alcance y misión del proceso.

⁸³ H. James Harrington, *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness* (McGraw Hill Professional, 1991).

⁸⁴ Perez y María Soto Camargo, «Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004».

⁸⁵ H. James Harrington, Daryl Conner, y Nicholas L. Horney, *Project Change Management: Applying Change Management to Improvement Projects* (McGraw-Hill, 2000).

- Definir los límites del proceso.
- Desarrollar una visión general del proceso.
- Definir los medios de evaluación de clientes y empresa, y las expectativas del proceso.
- Elaborar el diagrama de flujo del proceso.
- Reunir los datos de costo, tiempo y valor.

Entre otros⁸⁶.

3. Racionalización y mejora del proceso

Si en la fase anterior se “conoció” el proceso, en esta fase se proponen e implementan acciones con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia, esto se traduce en la materialización de acciones preventivas, correctivas y de mejora que transformen el proceso eliminando desperdicios, optimizando recursos y cumpliendo con los requisitos de los clientes⁸⁷.

Para el desarrollo de esta fase se tiene en cuenta la siguientes actividades (entre otras):

- Proporcionar entrenamiento al equipo.
- Identificar oportunidades de mejoramiento.
- Eliminar la burocracia.
- Eliminar las actividades sin valor agregado.
- Simplificar el proceso.
- Reducir el tiempo del proceso.
- Eliminar los errores del proceso.
- Eficiencia en el uso de los equipos.
- Estandarización.
- Automatización.

⁸⁶ Harrington, *Business Process Improvement*.

⁸⁷ Harrington, *Mejoramiento de los procesos de la empresa*.

- Documentar el proceso.
- Entrenar a los empleados⁸⁸.

4. Mediciones y controles.

Todo proceso requiere una fase (permanente) de medición a las actividades clave del proceso. Este aspecto es esencia, pues si no se mide no se controla y si no se controla no se puede administrar⁸⁹. Por ello es vital la construcción de algunos indicadores que permitan monitorear el avance o retroceso de las mejoras implementadas. A partir de estos resultados se pueden tomar acciones de corrección con el fin de lograr las metas planteadas por el proyecto de mejora⁹⁰.

Dentro las acciones a realizar en esta fase se plantean las siguientes⁹¹:

- Desarrollar mediciones y objetivos del proceso
- Establecer un sistema de retroalimentación
- Realizar periódicamente la auditoría del proceso
- Establecer un sistema de costos de mala calidad.

5. Mejoramiento continuo.

Cuando el proyecto de mejora da los frutos esperados, se debe ser consciente que ese no es el fin, es solo el principio de la nueva etapa de mejora continua. De no seguir el rumbo de la mejora continua y conformarse con los resultados obtenidos hasta ese momento, se caerá en un estancamiento y luego en un retroceso⁹². Se perderá la competitividad ganada y los beneficios obtenidos poco a poco se irán

⁸⁸ Harrington, *Business Process Improvement*.

⁸⁹ Harrington.

⁹⁰ Perez y María Soto Camargo, «Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004».

⁹¹ Harrington, Conner, y Horney, *Project Change Management*.

⁹² Harrington, *Business Process Improvement*.

evaporando. Algunas de las acciones que se pueden tomar para propiciar el proceso de mejora continua son⁹³:

- Evaluar el proceso.
- Realizar auditorías periódicas.
- Identificar y eliminar los desperdicios y problemas identificados en el proceso.
- Evaluar el impacto del cambio sobre la empresa y los clientes.
- Analizar las experiencias exitosas de otras empresas y aplicarlas cuando sea pertinente.

4.2.6 Súper metodología.

La “super “metodología desarrollada por Chuah y Lee (2001) parte del esquema básico del BPI (con sus cinco fases) e incorpora aspectos del modelos de mejora continua (CPI), del proceso de benchmarking (BPB) y del modelo de rediseño de procesos (BPR)⁹⁴. Para los autores de esta “SUPER” metodología, las organizaciones actuales se comparten como sistemas complejos y poseen una gran variedad de procesos que son dinámicos y por lo tanto el modelo de mejora clásico (BPI) puede verse limitado y no encontrar las soluciones que requieren las empresas. Para ello proponen una modelo de mejora que integra características de los modelos antes mencionados (CPI, BPB, BPR) y afirman que puede generar mejoras significativas en empresas pequeñas y medianas⁹⁵.

⁹³ H. James Harrington, «Continuous versus breakthrough improvement: Finding the right answer», *Business Process Re-engineering & Management Journal* 1, n.º 3 (1 de diciembre de 1995): 31-49, <https://doi.org/10.1108/14637159510103211>.

⁹⁴ Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, y John Mylopoulos, *Domain-Specific Conceptual Modeling: Concepts, Methods and Tools* (Springer, 2016).

⁹⁵ K.t. Lee y K.b. Chuah, «A SUPER methodology for business process improvement - An industrial case study in Hong Kong/China», *International Journal of Operations & Production Management* 21, n.º 5/6 (1 de mayo de 2001): 687-706, <https://doi.org/10.1108/01443570110390408>.

4.2.6.1 Fases de la súper metodología

La SÚPER metodología incluye las siguientes fases:

1. Selección del proceso.

En esta fase un equipo de mejora identifica los procesos clave en el cumplimiento de los requisitos del cliente. Este equipo está conformado por conocedores de los procesos y son seleccionados directamente por la dirección. El número de integrantes puede oscilar entre 3 y 12. Es importante que el equipo conozca las necesidades del cliente (interno y externo) y tenga en cuenta, entre otros aspectos: los errores más comunes, el tiempo que toma realizar los procesos, el personal requerido y los costos⁹⁶. Esta fase consta de cuatro actividades:

- Formar el equipo de mejora
- Identificar el producto final y sus clientes.
- Identificar los requerimientos de los clientes.
- Identificar y seleccionar los procesos relevantes.

2. Entender el proceso.

En esta fase el equipo de mejora estudiará el flujo del proceso para identificar las actividades involucradas. Es común hacer uso de un mapa de flujo de valor o diagrama de valor, en donde se pueda localizar claramente las actividades y las tareas de cada proceso y analizar su eficacia y eficiencia. En este punto se puede identificar los desperdicios que más tarde serán eliminados. Esta fase da al equipo de mejora un conocimiento detallado del proceso, genera una línea base (datos) que puede ser usado al final como comparativo frente a lo logrado con la mejora, y ayuda a ubicar las actividades o tareas que generan mayores desperdicios⁹⁷.

Cuenta con una actividad:

⁹⁶ Lee y Chuah.

⁹⁷ Lee y Chuah.

- Identificar y mapear el proceso por actividades y tareas.

3. Medir el proceso.

En esta etapa la organización mide el desempeño actual del proceso (actividad, tarea) con el fin de generar una línea base y luego proceder a fijar las metas, las cuales serían los objetivos a alcanzar por el proyecto de mejora. Estas metas se pueden establecer a partir de evaluaciones comparativas con un estándar del sector o con los datos de algún competidor⁹⁸. En esta etapa la empresa descubre (con datos) su rendimiento real y puede calcular objetivamente la pérdida generadas por los desperdicios.

Esta fase consta de 3 actividades:

- Identificación de áreas problema.
- Ejecución de Benchmarking.
- Establecer los objetivos del proceso de mejora.

4. Ejecutar el proceso de mejora.

Esta fase inicia con el análisis de la causas potenciales que generan el problema detectado, para ello se parte del conocimiento del proceso (fase 2 y fase 3) y se suele usar la herramienta de “diagrama de causa – efecto”. Con el problema (problemas) debidamente identificado se continua con la selección de la solución, la cual depende de la capacidad de la empresa (económica, tecnológica, conocimiento), para esto se puede usar herramientas de priorización y factibilidad⁹⁹. Con la solución seleccionada se continúa con el desarrollo de un plan de acción integral, el cual muestre de forma clara las fechas, los recursos y el personal responsable de su implementación.

⁹⁸ Lee y Chuah.

⁹⁹ Lee y Chuah.

- Esta fase consta de 4 actividades:
- Analizar las causas potenciales.
- Identificar y seleccionar las soluciones.
- Desarrollar el plan de acción.
- Implementación.

5. Revisar el proceso de mejora.

En esta fase se confronta la “línea base” obtenida al inicio del proyecto con el resultado obtenido después de la mejora y estos datos se comparan con la meta planteada (deseada). Si el resultado no es el que se esperaba, se hacen los ajustes (luego de un análisis) y se procede a monitorear de cerca el proceso en busca de la causa del desvío, por regla general todo proceso requiere algún tipo de modificación antes de alcanzar las metas trazadas. Cuando los resultados son los deseados, se inicia un nuevo ciclo de mejoras en otro proceso. La recolección de datos para la construcción de indicadores de desempeño es una tarea permanente que permite alertar cuando las cosas no marchan como se espera.

Esta fase consta de 3 actividades:

- Evaluación del proceso de mejora.
- Redefinir el proceso de mejora.
- Monitorear los resultados.

4.2.7 VALUE STREAM MAP (VSM)

VSM (value stream map) se dio a conocer, con este nombre, gracias al libro “La máquina que cambio al mundo” (1990) el cual fue pionero en la socialización de la herramientas Lean para la mejora de los proceso. Pero no fue hasta que James Womack y Daniel Jones lanzaron el libro “Lean Thinking” (1996) que esta herramienta gano popularidad y se empezó a generalizar su uso¹⁰⁰.

El VSM o mapa de flujo de valor, es un esquema en donde se diagraman todas las acciones que ocurren para el desarrollo de un proceso, desde la entrada de información (pedidos, requerimientos), hasta la salida del producto¹⁰¹. El esquema informa cuantos pasos se requieren para generar un bien o servicio, que recursos consume, en cuanto tiempo (incluyendo las esperas), cantidad producidas y no conformes fabricados, es un mapa completo de todo el proceso y permite identificar los “desperdicios” que afectan negativamente el flujo del proceso, haciéndolo más lento, más costoso, mas falible. Estos desperdicios son entendidos como todas aquellas actividades que no agregan valor y que implican el uso de recursos por parte de la empresa. El VSM es una herramienta que permite ver el proceso como es en realidad, identificar sus falencias, eliminar los desperdicios y con esto reducir costos y aumentar la calidad¹⁰².

4.2.7.1 Fases VSM

El VSM consta de cuatro fases:

¹⁰⁰ Karen Martin y Mike Osterling, *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation*, Edición: 1 (New York: McGraw-Hill Education, 2013).

¹⁰¹ Peter L. King y Jennifer S. King, *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation* (Boca Raton: CRC Press, 2017).

¹⁰² Bong Keun Jeong y Tom E. Yoon, «Improving IT Process Management through Value Stream Mapping Approach: A Case Study», *Journal of Information Systems and Technology Management* 13, n.º 3 (30 de diciembre de 2016): 389-404, <https://doi.org/10.4301/S1807-17752016000300002>.

1. Preparación:

La preparación parte de la conformación del equipo de mejora, la selección del proceso a mapear y la planeaciones del evento (mapeo). El equipo debe ser conocedor del proceso a mapear, de ahí parte la veracidad del mapa, lo cual es crucial para la identificación de los desperdicios y la configuración del “estado futuro”¹⁰³.

2. Diagnóstico del estado actual:

En esta etapa se ejecutan toda las actividades que conlleven a la elaboración del mapa de flujo de valor, teniendo presente que debe responder a la realidad del proceso y que debe estar identificados todas las actividades, tanto las que agregan valor como aquellas que no lo hacen. Este mapa es elaborado por el equipo de mejora, el cual debe ser “multidisciplinario” y conocedor del proceso¹⁰⁴.

3. Plantear el estado futuro:

Después de analizar el mapa iniciar, se identifican los desperdicios y se propone un nuevo mapa que involucra mejoras, las cuales optimizaran el proceso con el fin de hacerlo más rápido, más eficiente, centrándose en aquellas actividades que le adicionan valor al producto, intentando reducir aquellas actividades que no lo hacen y eliminando los desperdicios¹⁰⁵.

4. Planificar e implementar la mejora:

Por el último se analizan los resultados, se identifican nueva mejoras, se hacen correcciones y se planifican los cambios y las mediciones que garanticen la continuidad del procesos¹⁰⁶. La cuantificación de los resultado debe darse en

¹⁰³ Drew A. Locher, *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market*, 1.^a ed. (New York: Productivity Press, 2008).

¹⁰⁴ Jeong y Yoon, «Improving IT Process Management through Value Stream Mapping Approach».

¹⁰⁵ Locher, *Value Stream Mapping for Lean Development*.

¹⁰⁶ Jeong y Yoon, «Improving IT Process Management through Value Stream Mapping Approach».

términos de reducción de tiempos, reducción de inventario, reducción de recursos, reducción de no conformes.

5 METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO.

Tipo de estudio exploratorio, pues busca apoyarse de unos modelos conocidos ¹⁰⁷ para usarlos como guía en el diseño de un modelo de mejora para PYMES del sector metalmecánico, los cuales tiene unas particularidades que dificultan la implementación de los modelos base.

5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación consta de las siguientes etapas:

- **Revisión de modelos:** en donde se recurre a fuentes bibliográficas con el fin de identificar los modelos de mejora centrados en el rediseño de procesos, identificar sus componentes y sus fases.
- **Diseñar un modelo de mejora:** partiendo del conocimiento de los modelos de mejora estudiados y de las particularidades de las PYMES se diseña un modelo de mejora.
- **Validación del modelo de mejora:** en donde el modelo de mejora es puesto a prueba en una PYME metalmecánica del municipio de Dosquebradas.

¹⁰⁷ De los modelos estudiados: BPM, BPR, CCMI, MIPI, BPI, VSM.

6 COMPONENTES DEL MODELO DE MEJORA.

Luego de la revisión realizada a siete (7) modelos de mejora, se encontró que casi todos (6) tiene elementos comunes. Estos modelos convergen en una serie de etapas secuenciales, que independiente de su nombre (similar en la mayoría de los casos) tiene la misma finalidad. Todos inician con una fase de preparación y diagnóstico, seguida por una etapa cuya intención se centra en “comprender” el proceso, luego se pasa a realizar una planeación de la mejora, para su posterior implementación, evaluación y finalmente el inicio de un nuevo ciclo de mejoras. Estas, de forma resumida, son las fases de los modelos de mejora estudiados. Las similitudes encontradas pueden ser observadas en la tabla 1.

Tabla 1 Cuadro comparativo de los modelos de mejora presentados.

Modelos	FASES						
	Preparación, diagnóstico de la organización y selección del equipo.		Comprender, describir y medir el proceso.		Seleccionar y planear la implementación de la mejora.	Implementar la solución.	Evaluación de la mejora para la mejora continua.
BPM	Preparación	Selección (del proceso y del equipo de mejora)	Descripción del proceso (flujo de proceso, vsm),	Cuantificación del proceso	Selección de la mejora en el proceso	Implementación	Mejora continua
BPR	Descripción general de la organización y formación del BPM		Identificación y definición de procesos		Rediseño del proceso	Implemente y evalúe la solución	
MIPI	Comprensión de las necesidades del negocio		Comprensión del proceso	Modelado y recolección de datos	Rediseño del proceso	Implementación de las mejoras en el proceso	Evaluación del proceso mejorado y de la metodología.
BPI	Organizarse para la mejora		Comprender el proceso		Racionalización y mejora del proceso		Mediciones y controles
SUPER	Selección del proceso		Entender el proceso	Medir el proceso	Ejecutar el proceso de mejora		Revisar el proceso de mejora
VSM	Preparación		Diagnóstico del estado actual	Plantear el estado futuro		Planificar e implementar la mejora	
CCMI	Inicial	Repetible	Definido	Gestionado	Optimización		

Fuente: elaboración propia.

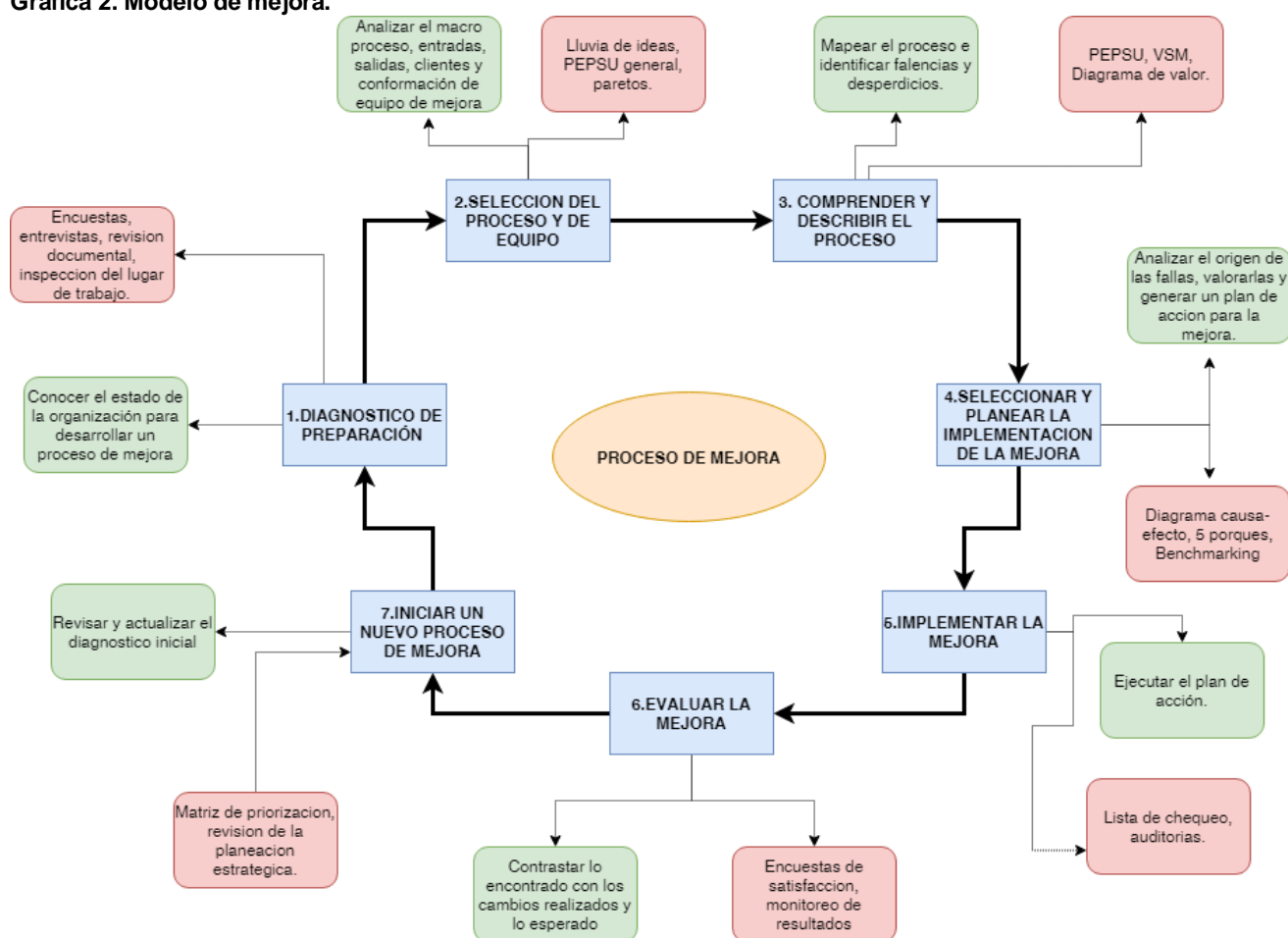
Estas etapas convergentes serán la estructura del modelo de mejora a diseñar:

- Diagnóstico de preparación.
- Selección del proceso y de equipo
- Comprender y describir el proceso.

- Seleccionar y planear la implementación de la mejora.
- Implementar la mejora.
- Evaluar la mejora.
- Iniciar un nuevo proceso de mejora.

El objetivo de cada etapa y algunas de las herramientas a utilizar están plasmados en la gráfica 2.

Gráfica 2. Modelo de mejora.



Fuente: elaboración propia.

El desarrollo de estas etapas no garantiza el éxito del proceso. El contexto de la empresa y su nivel de madurez es un aspecto fundamental que debe ser tenido en cuenta antes de desarrollar los componentes del modelo.

6.1 ASPECTOS GENERALES

Para que un proyecto de mejora se desarrolle de forma exitosa, es necesario contar con unas condiciones que permitan que la información, los recursos y los esfuerzos del personal involucrado sean direccionados de manera eficiente para el logro de los objetivos planteados¹⁰⁸. Entre los aspectos que se deben tener en cuenta están:

- La empresa debe contar con una planeación estratégica, y unos objetivos claros para los procesos.
- Procesos alineados con la planeación estratégica de la empresa¹⁰⁹.
- Sistema de medición, uso de indicadores de gestión.
- Liderazgo y compromiso de la dirección¹¹⁰.
- Colaboradores competente con formación en las herramientas de mejora de procesos (Six Sigma, Lean, TPM, VSM, Kaizen).
- Conocimiento de las necesidades del cliente.
- Generar unos indicadores de desempeño que midan el avance del proceso de mejora.

Si la empresa que emprende un proyecto de mejora no está preparada, los resultados podrían no ser los esperados, y la desconfianza ante propuestas similares conllevarían a una pérdida de oportunidades. Lo anterior es un escenario posible, específicamente para el caso de la PYMES. Según diferentes fuentes en las PYMES, tanto locales como nacionales, es frecuente encontrar las siguientes características:

- Limitada capacidad de gestión, brechas en las competencias del personal (lo que se requiere y lo que se obtiene) y poca adaptación a los cambios del mercado¹¹¹.

¹⁰⁸ Joaquin Membrado Martínez, *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora: Planificación estratégica, BSC; Autoevaluación EFQM, Seis Sigma. Un enfoque integrados para las Pymes con sentido común* (Ediciones Díaz de Santos, 2013).

¹⁰⁹ Zairi, «Business process management».

¹¹⁰ Perugachi, *Optimización de procesos*.

- Baja productividad, competitividad apalancada en los bajos salarios, productos con poco valor agregado, procesos de calidad deficientes, escasa inversión en investigación y desarrollo¹¹².
- La planeación estratégica (cuando la hay) es informal, construida con información optimista o no muy adecuada y con una visión a corto plazo. Los procesos derivados también son informales se suelen generar redes familiares¹¹³.
- Dificultades en el desarrollo de sus capacidades productivas, competitivas y de calidad, lo que puede limitar el cumplimiento de las exigencias del mercado nacional e internacional¹¹⁴.
- Dentro de las dificultades para el desarrollo de proyectos de mejora también se encuentra la resistencia al cambio y los costos a los que se tiene que incurrir en personal especializado para la planeación y ejecución de los proyectos¹¹⁵.

Al comparar las condiciones necesarias para el desarrollo de un proyecto de mejora con las fallas frecuentes encontradas en la PYMES, se evidencia que para este tipo de empresa es necesario realizar un trabajo previo de “diagnóstico y preparación” que tiene la intencionalidad de determinar las brechas que existen entre los “debe” preliminares del proyecto de mejora contra la realidad de la empresa, y de esta forma sentar las bases sobre las cuales se pueda estructurar una mejora exitosa.

¹¹¹ Cristina López y Jorge Robledo Velásquez, «Una aproximación a la gestión de capacidades de innovación en la pyme colombiana», *Gestión & Sociedad* 7 (1 de julio de 2014): 22.

¹¹² Velosa García y José Divitt Edward, «Aproximación de Modelo Metodológico Sobre Capacidad Tecnológica Para Las PYMES Del Sector Metalmeccánico Colombiano», 24 de junio de 2019, <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7513>.

¹¹³ Muñoz Ocampo y Juan Manuel, «Planeación Estratégica Como Factor Determinante Para La Competitividad En Las Pymes Del Sector Metalmeccánico de La Ciudad de Manizales», 2 de julio de 2019, <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57451>.

¹¹⁴ Echeverry et al., «La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia».

¹¹⁵ Héctor Gerónimo Vicente Arias y Angello Santiago Giuttari Claussi, «Metodología lean manufacturing aplicada a la mejora de procesos productivos en empresas metalmeccánicas, una revisión de la literatura científica de los 10 últimos años», *Universidad Privada del Norte*, 18 de septiembre de 2019, <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22191>.

6.2 COMPONENTES.

6.2.1 Diagnóstico de preparación

El éxito del proyecto y su repercusión dentro de la organización parte de la pertinencia de la mejora, es por ello que un buen diagnóstico es fundamental, de lo contrario se podría correr el riesgo de hacer contribuciones en aquello que no es “vital” para la organización y que todo el esfuerzo y recursos invertidos en el proyecto de mejora no redunde en el fortalecimiento de la empresa.

Es por esto que se hace necesario un diagnóstico inicial, el cual reconozca el estado de la organización para la implementación de un proyecto de mejora, partiendo de los requerimientos de este tipo de iniciativas¹¹⁶ se iniciara con un cuestionario simple:

- ¿Cuenta la empresa con misión, visión?

Con esta pregunta se indagara si existe una planeación estratégica (así sea esbozada) y se conocerá el perfil actual y el deseado de la empresa.

- ¿Cuentan los procesos de la empresa con un objetivo?

En caso de existir, se podrá determinar qué tan alineado está el proceso con la misión de la empresa. En caso de no existir, se hará necesario generar uno en términos de la eficacia, eficiencia y según lo planteado por los requisitos del cliente (requiere PEPSU y CTQ).

- ¿Existen mediciones e indicadores de los procesos?

Los datos darán una línea base frente a lo que habría que mejorar. Si no existen, se debería identificar las métricas y hacer unas mediciones iniciales de algunos indicadores claves.

¹¹⁶ Según el documento “Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico” y lo recopilado en los modelos de mejora ya citados.

- ¿Se tiene documentadas y socializadas las especificaciones del cliente (interno o externo)?

Esto sería un insumo para medir el éxito del proceso de mejora, si no están documentadas, se debe hacer un ejercicio preliminar analizando los aspectos principales, esto según las necesidades del cliente (CTQ).

- El personal tiene formación en métodos de mejora (Six sigma, Lean, Kaizen)?

Según la formación del personal de la empresa a intervenir, se debe generar un plan básico de capacitaciones en las herramientas que el proyecto vaya a utilizar.

Esta etapa de diagnóstico está enfocada en generar las condiciones adecuadas para que el proyecto pueda implementarse sin obstáculos, para ello debe tener en cuenta:

- El compromiso de la dirección es crucial, sin este aspecto el proyecto difícilmente prosperara, para ello es recomendable generar compromisos escritos e informes periódicos.
- Equipo de trabajo comprometido, capacitado en métodos de mejora y conocedor de los procesos. Debe rendir cuentas a la dirección sobre sus avances y tener fechas límite para la presentación de resultados.
- Al inicio del proyecto se generara un grupo de trabajo encargado de “diagnosticar” el estado de la empresa y seccionar el proceso a intervenir. El perfil de este grupo es más de dirección y/o coordinación. Deben ser conocedores de los procesos de la organización, los requisitos de calidad del cliente, el rumbo que espera tomar la compañía. En un segundo momento, al seleccionar el proceso en donde se realizara la mejora, se debe formar un grupo de trabajo integrado por los responsables de dicho proceso, por colaboradores del proceso y en la medida de lo posible, por

clientes internos (o algún delegado de calidad, conocedor de las especificaciones del cliente).

- Sería benéfico que el proceso a intervenir tenga unas métricas definidas, unos datos que sirvan como punto de partida. En caso de no tener esta información, se debe determinar que medir (tiempo, cantidad, No conformes, dimensiones) y hacer unas mediciones iniciales (un par de semanas) para determinar el estado de eficiencia, eficacia, y comparar luego de la mejora.
- Contar con un objetivo claro para el proceso a intervenir y su alineación (en caso de existir) con la planeación estratégica de la empresa.

Luego de tener este camino recorrido, se puede iniciar con la etapa de selección del proceso y del equipo de mejora.

6.2.1.1 Indicadores del componente 1.

Cada componente debe ser medido, se debe tener en cuenta que el “objeto de medición” puede variar según el contexto. En este primer componente de diagnóstico se busca conocer a la empresa para hacer una adecuada selección del proceso a mejorar (y el aspecto a mejorar), es por ello que se debe medir, entre otras cosas.

- Planeación estratégica u objetivos de procesos.
 - # de reuniones ejecutadas para conocer la planeación estratégica¹¹⁷
/ # de reuniones programadas para conocer la planeación estratégica.¹¹⁸

¹¹⁷ En caso de no tener una planeación estrategia, la actividad se centrara en definir unos objetivos generales para los procesos.

¹¹⁸ Reuniones realizadas con personal de la dirección.

- Lo anterior se debe concretar en la comprensión de la misión, visión y objetivos del proceso. Si ese no es el resultado, se debe repetir la actividad.
- Mediciones
 - % de proceso con mediciones.
- Especificaciones del cliente documentadas
 - % de determinación de necesidades del cliente (externo, interno).
 - En este primer punto se determina y documenta las necesidades de manera general (en caso de no existir).
- Capacitación del personal.
 - % del personal (del equipo de mejora) con capacitaciones en las herramientas que se utilizarán.
 - De este diagnóstico surge un plan de capacitaciones, que busca incrementar ese porcentaje.

6.2.2 Selección del proceso y del equipo.

En este punto se tiene una comprensión de la organización, de cuáles son sus clientes, sus requisitos, cuáles son sus procesos clave, sus principales falencias, esto con el objetivo de seleccionar adecuadamente el área a mejorar. Con el proceso seleccionado, se conforma el equipo de mejora, el cual debe estar integrado por personal del proceso a intervenir y por algún miembro del proceso (o procesos) cliente.

El compromiso de la dirección es uno de los factores más relevantes y se materializa con la disponibilidad de tiempo, personal, recursos, capacitaciones y con el seguimiento permanente de sus resultados.

Los pasos a tener en cuenta en esta fase son:

- Selección del proceso a intervenir.
- Conformar el grupo de trabajo a intervenir directamente en el proceso (tener en cuenta las recomendaciones ya mencionadas).
 - Los equipos deben contar entre 3 a 8 participantes.

- Capacitar al personal en las herramientas que se vayan a utilizar, tales como PEPSU, VSM, diagrama causa y efecto, entre otras.
- Determinar los roles del equipo de trabajo según sus competencias y sus alcances (líder del proceso).
- Identificar el producto final, sus especificaciones y sus clientes.

6.2.2.1 Indicadores componente 2

Este componente gira en torno a la selección del proceso a mejora y del equipo de implementación, por lo tanto sería útil tener en cuenta esos aspectos a la hora de medir el desarrollo de esta fase. Unos indicadores posibles serían:

- Proceso seleccionado para la mejora.
 - Como resultado de un Pareto, una sesión de lluvia de ideas, un análisis de diagramas causa- efecto, una matriz de priorización, etc.
- Personal seleccionado para formar el equipo / personal necesario para la realización de la mejora.
 - El personal necesario habla tanto de la cantidad (mayor a 3) como del origen (proceso a mejorar, procesos clientes).
- Roles asignados para la mejora / roles determinados para la realización de la mejora.

6.2.3 Comprender, describir y medir el proceso.

Con el proceso seleccionado continuamos con la comprensión y medición de todas las actividades que la conforman. Para ello se puede usar un SIPOC (PEPSU), un VSM o un diagrama de valor. El objetivo es conocer a profundidad como funciona actualmente el proceso y con esto poder identificar sus falencias y desperdicios. Este conocimiento debe arrojar también datos, mediciones, dados en tiempos, calidad, disponibilidad o cualquier otro valor que hable del desempeño

y que puedan ser usado como línea base para comparar el proceso al final de la mejora.

En esta etapa el equipo de mejora debe tener en cuenta:

- Identificar los límites y alcances del proceso.
- Usar una herramienta de mapeo que le permita identificar en donde se generar valor, en donde se incurre en un desperdicio y cuantificar esta información (tiempo, cantidad, NC, etc). En este punto se debe poder describir al detalle el proceso a intervenir (proveedores, actividades, clientes, especificaciones, insumos, tiempos, etc.).
- Sintetizar lo hallado en un mapa, matriz, cuadro que permita identificar el flujo del proceso con sus desperdicios.
- Socializar este diagnóstico con los colaboradores del proceso, para validarlo y usar sus aportes como insumo para la solución.

6.2.3.1 Indicadores componente 3

El éxito de este componente está dado por la comprensión que se obtenga del proceso, por lo tanto esto es un aspecto sujeto a evaluación. Los indicadores (o guía para la elaboración de los indicadores) usados en esta fase pueden ser:

- % del proceso mapeado y comprendido.
- Indicadores de eficiencia y eficacia del proceso, estos puede ser:
 - Calidad: No conforme en PPM.
 - Disponibilidad del proceso (hombre, máquina).
 - Tiempos: tiempo productivo/ tiempo total.
- # de desperdicios (mudas) identificados¹¹⁹.

¹¹⁹ Desperdicios o mudas como: sobreproducción, tiempo, transporte, procesos, inventario, movimientos, defectos y talento humano,

6.2.4 Seleccionar y planear la implementación de la mejora.

La comprensión del proceso permitirá seleccionar la mejora de manera objetiva. Si se sabe que es lo que falla y se comprende sus causas las acciones de mejora tendrán más oportunidad de optimizar el desempeño del proceso y lograr la meta fijada. Luego de seleccionar las mejoras a implementar, estas se plasman un plan de acción, con responsables, fechas y resultado esperado. Si no se planifica se corre el riesgo de nunca realizar las mejoras o realizarlas a medias.

En esta fase se debe tener en cuenta:

- Contar con el insumo del proceso comprendido, identificado el problema y cuáles son sus efectos.
- Entrenar al personal en las herramientas que se usaran en esta fase (diagrama causa- efectos, 5 porqués, benchmarking).
- Identificar las oportunidades de mejora.
- Analizar las causas potenciales.
- Generar alternativas de solución viables para los problemas identificados, lo que posiblemente se concrete en un rediseño del proceso.
- Generación del plan de implementación de la mejora, con responsables, actividades y fechas.

6.2.4.1 Indicadores componente 4

Los indicadores que de este componente debe dejar claro que se “recogió” lo aprendido en el componente 3 y se identificó una ruta para lograr la mejora. Los indicadores pueden girar alrededor:

- Personal capacitado en herramientas de mejora / # de integrantes del equipo de mejora.
- Cumplimiento en la identificación de las oportunidades de mejora.
- Cumplimiento en la selección de las acciones a implementar.
- Cumplimiento en la elaboración de plan de acción.

6.2.5 Implementar la solución.

En este punto se ejecuta el plan de acción y se controla que las actividades se realicen conforme a lo planeado. Siempre hay espacio para el cambio, siempre y cuando este contribuya a la mejora del proceso. No siempre lo planeado inicialmente es lo más conveniente para lograr los resultados esperados.

En esta fase se tendrá en cuenta:

- Ejecución del plan de implementación.
- Presentación de avances.
- Mediciones constantes.
- Auditorias del proceso.
- Evaluar la validez de la mejora en el proceso, algunas actividades suenan bien el papel, pero en la realidad no son tan benéficas. Los planes de implementación deben dejar un espacio para los cambios, siempre buscando que sea beneficioso para el proceso y el objetivo de la mejora.

6.2.5.1 Indicadores componente 5

Esta es la etapa de implementación, por lo tanto lo fundamental es medir el grado en que se está cumpliendo lo planteado por el plan de acción.

- % de cumplimiento del plan de acción.
 - Se pueden realizar seguimiento periódicos (semanales, quincenales).
- # de modificaciones realizadas a plan original (durante el proceso es normal modificar el plan cuando las circunstancias así lo indican).
- # de auditorías realizadas/ # de auditorías programadas (auditorías de seguimiento).

6.2.6 Evaluación de la mejora para la mejora continua.

Con el plan de acción concluido, se analizan las métricas, los indicadores, se realiza una síntesis del ejercicio en busca de aquellos aspectos que no salieron como se esperaba o que pueden ser mejorados. Todos los procesos son susceptibles a mejorar.

Aspectos a tener en cuenta:

- Alimentarse de las opiniones de los clientes.
- Evaluar el impacto del cambio sobre la empresa y sobre los clientes.
- Evaluar el proceso de mejora.
- Redefinir el proceso de mejora, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas del proceso.
- Monitoreo de resultados.

6.2.6.1 Indicadores componte seis.

Aquí se puede contrastar la línea base con los resultados obtenidos, para evaluar si realmente se observó una mejora.

- % del proceso mapeado y comprendido.
- Indicadores de eficiencia y eficacia del proceso, estos puede ser:
 - Calidad: No conforme en PPM.
 - Disponibilidad del proceso (hombre, maquina).
 - Tiempos: tiempo productivo/ tiempo total.
- # de desperdicios (mudas) identificados¹²⁰.

¹²⁰ Desperdicios o mudas como: sobreproducción, tiempo, transporte, procesos, inventario, movimientos, defectos y talento humano,

6.2.7 Inicio de un nuevo proceso de mejora en otra área.

Con el proceso de mejora concluido (en lo referente al plan de acción), se estudia el diagnóstico inicial (fase 1) con el fin de seleccionar el nuevo proceso a intervenir y continuar con este ciclo de mejora de procesos.

- Revisión de la planeación estratégica.
- Alineación estratégica.
- Análisis de recursos: ¿se cuenta con los suficientes recursos para un nuevo proceso de mejora?

Los indicadores de este componente partirían de una revisión de los indicadores del componente 1.

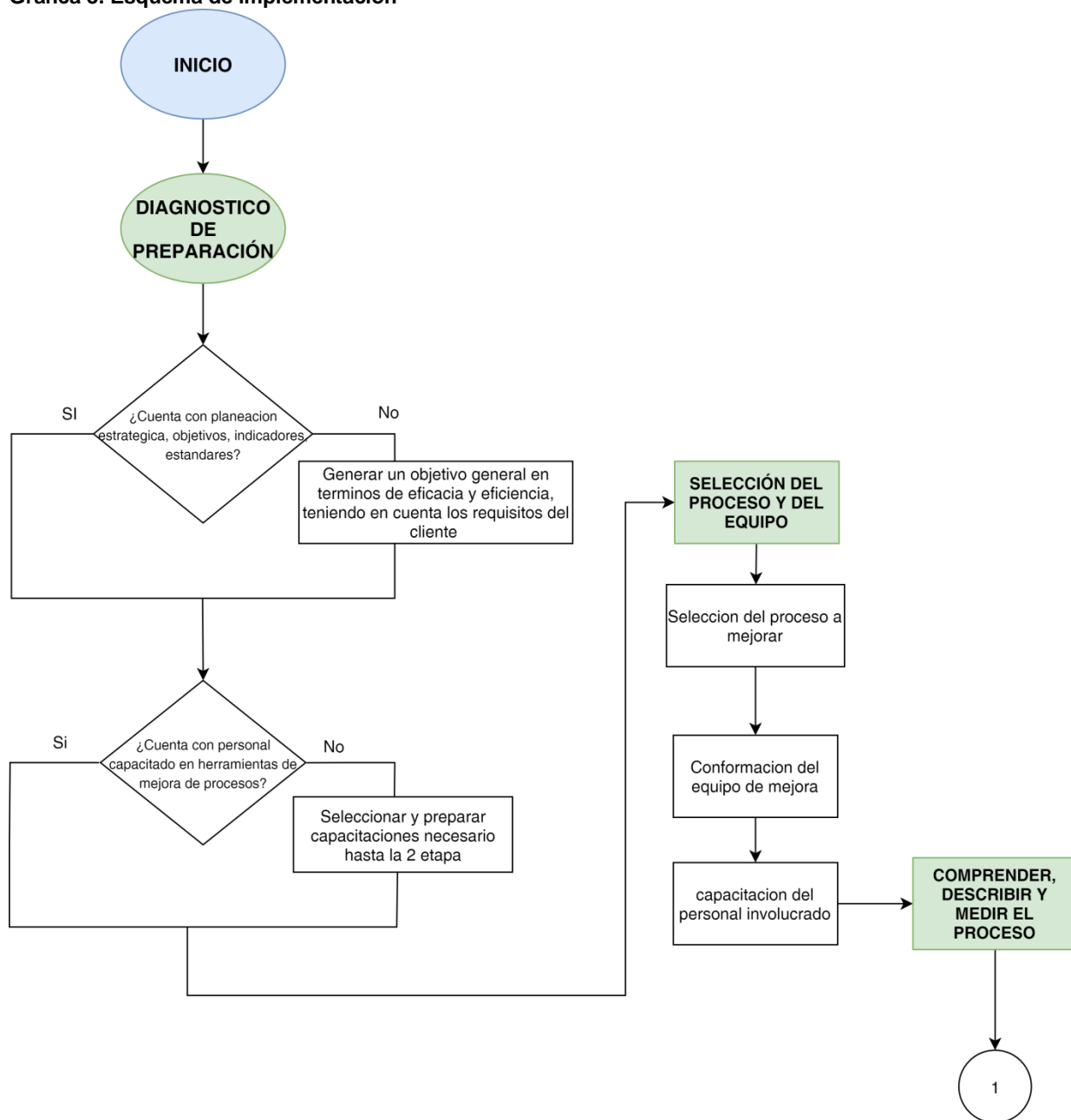
6.3 Esquema de implementación.

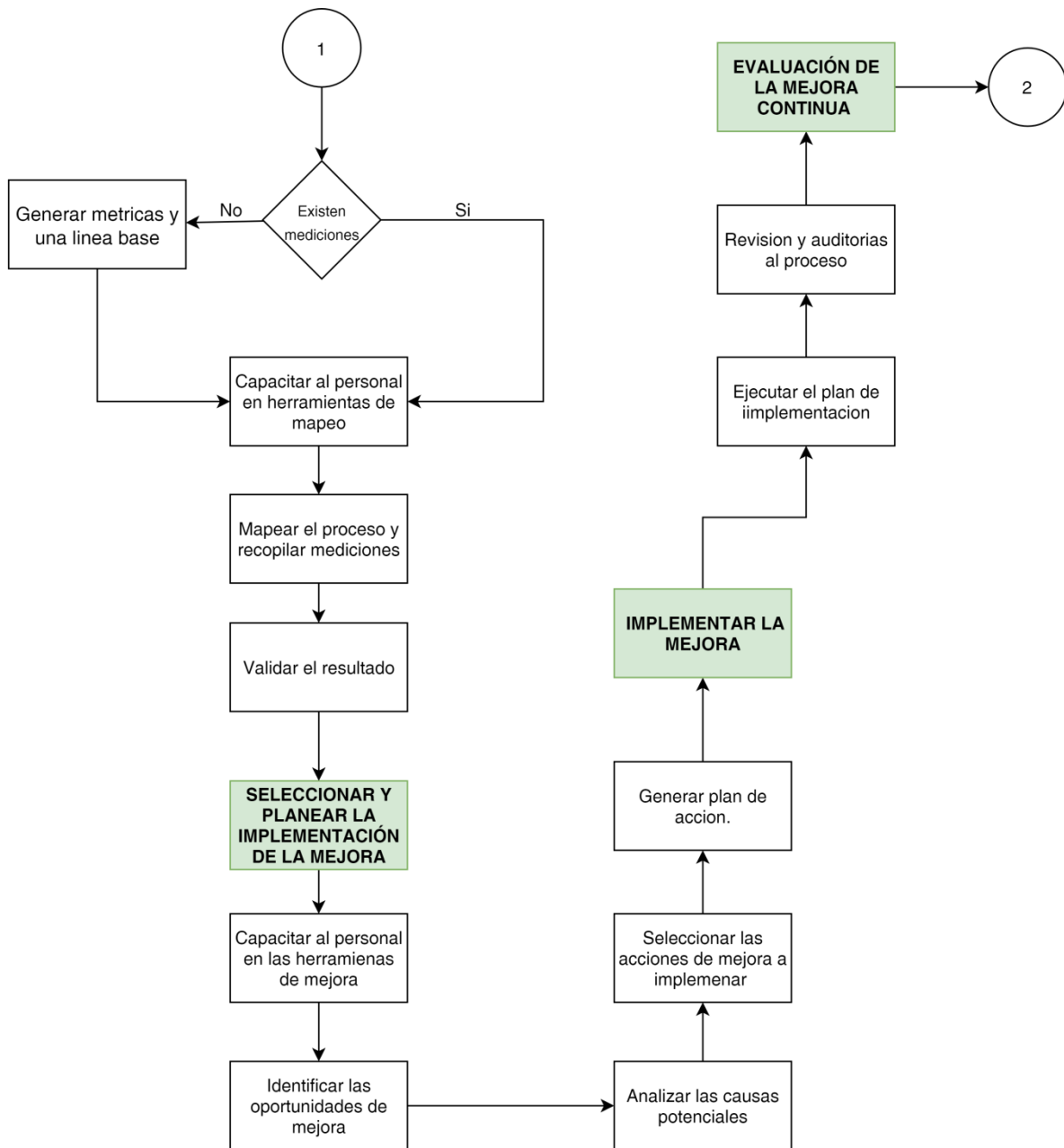
A modo de resumen, el modelo de mejora plantea 7 fases, iniciando un diagnóstico general de la empresa y de su contexto y terminado con la configuración de un nuevo proceso de mejora. Los pasos del modelo planteado serían:

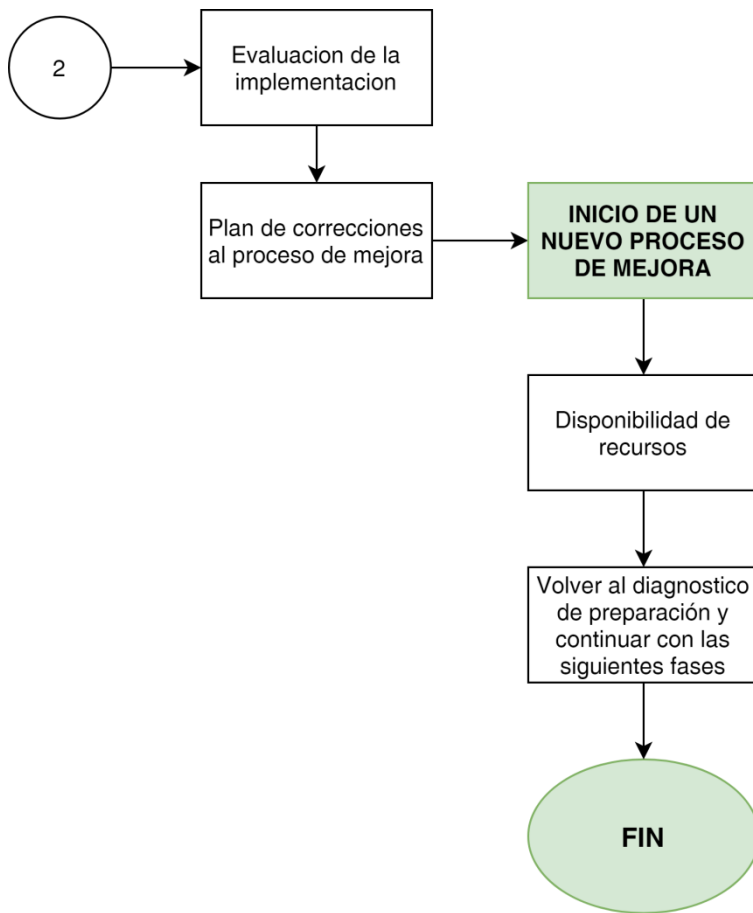
- Diagnóstico de preparación.
- Selección del proceso y del equipo.
- Comprender, describir y medir el proceso.
- Seleccionar y planear la implementación de la mejora.
- Implementar la mejora.
- Evaluación de la mejora.
- Iniciación de un nuevo proceso de mejora.

El esquema de implementación del modelo de mejora (detallado en el numeral 5.2) está representado en la gráfica 3.

Grafica 3. Esquema de implementación



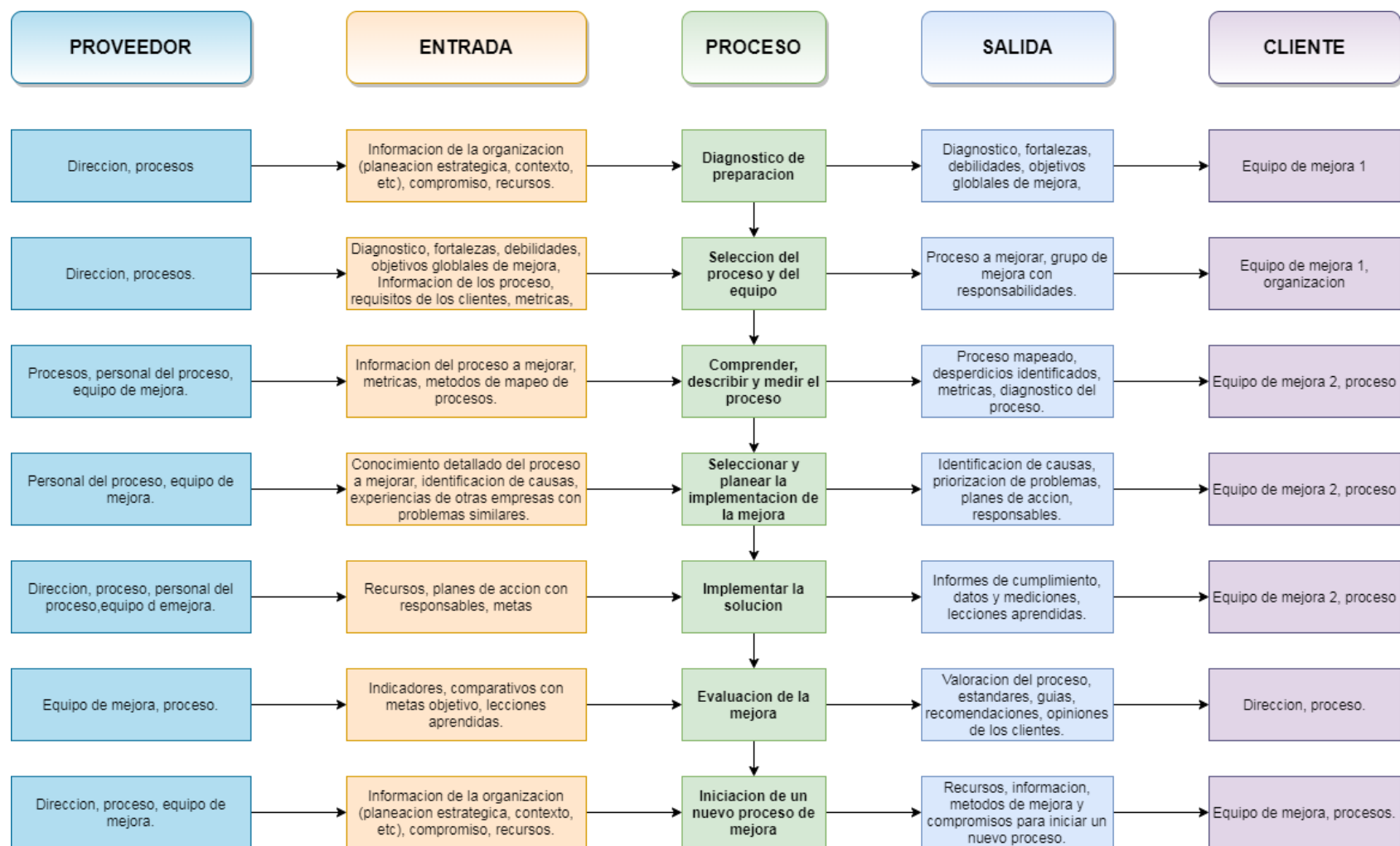




Fuente: elaboraci3n propia.

Todo proceso requiere unas entradas (solicitadas a unos proveedores) que ser3n transformadas en unas salidas cuyo destino ser3 un cliente, este recorrido est3 especificado en la gr3fica 4, el PEPSU de proceso de mejora.

Grafica 4. PEPSU del modelo de mejora



Fuente: elaboración propia.

Todo proceso de mejora debe hacer uso de unas herramientas que facilitan el logro de los objetivos planteados en cada fase. En la tabla 2 se muestran algunas herramientas que pueden ser usadas en cada etapa.

Tabla 2. Herramientas

FASES	DIAGNOSTICO DE PREPARACIÓN	SELECCIÓN DEL PROCESO Y DEL EQUIPO	Comprender, describir y medir el proceso.	Seleccionar y planear la implementación de la mejora	Implementar la solución.	Evaluación de la mejora para la mejora continua	Inicio de un nuevo proceso de mejora en otra área.
Herramientas	CCMI	benchmarking	SIPOC	5 porqués	Matriz de Planeación de Acciones	Análisis de indicadores	Planeación estratégica, alineación estratégica
	Planeación estratégica, alineación estratégica	Lluvia de ideas	VSM	matriz de priorización	cronograma	Lecciones aprendida	benchmarking
	benchmarking	priorización	Diagrama de valor	Lluvia de ideas	cumplimiento	Benchmarking	Lluvia de ideas
	Matriz de priorización	PEPSU	Diagrama de flujo	Diagrama de Pareto	Listas de chequeo	Ciclo PHVA	Matriz de priorización
	Análisis de contexto y partes interesadas	Matriz ES / NO ES	Diagrama causa - efecto	Diagrama de flujo	Reuniones efectivas	Graficas de tendencia	Análisis de contexto y partes interesadas
	Análisis de campo de fuerza	Entrevistas	Matriz de indicadores	benchmarking		Histogramas	Análisis de campo de fuerza
	DOFA	CTQs, voz del cliente	Diagrama de interrelaciones	Matriz de Planeación de Acciones		Auditorias	
			Circulo de ohno	Smed, 5s, herramientas Six sigma o Lean			
			CTQs, voz del cliente				
			Entrevistas				
			Matriz ES / NO ES				

Fuente: elaboración propia

7 VALIDACIÓN DEL MODELO DE MEJORA.

7.1 Aspectos generales de la empresa de estudio.

La organización en la que se validó el modelo, es una empresa mediana del sector metalmecánico, ubicada en el municipio de Dosquebradas Risaralda, la cual se dedica a la fabricación de moto-partes para las ensambladoras que operan en el país. Cuenta con una planta de producción en la que laboran en promedio 180 trabajadores.

Los procesos involucrados en la elaboración directa del producto son:

- Corte y curvado: dedicado a corta, perforar, grafilar, refrentar, pulir y curvar la tubería. Sus clientes internos son troquelado, soldadura, pintura (servicio externo) y almacén de producto terminado.
- Troquelado: se corta, perfora y conforma láminas y tuberías. Sus clientes internos son soldadura, tratamientos superficiales (servicio externo) y almacén de producto terminado.
- Soldadura: en cargado de ensamblar las piezas con soldadura MIG, sus clientes internos son acabados, tratamientos superficiales (pintura o galvanizados, lo hace un externo) y almacén de producto terminado.

La empresa se encuentra certificada bajo la norma ISO 9001 desde hace más de 12 años. Cuenta con un modelo de planeación estratégica con misión, visión, política de calidad y objetivos por procesos (entre otros aspectos). Tiene una estructura organizacional lineal, compuesta por el gerente general (dueño y fundador) como cabeza, seguido por los coordinadores de procesos como gestión humana, calidad, comercial, ingeniería, SST, SGI, compras, producción (entre otros). Los coordinadores se ven apoyados por los líderes de área los cuales orienta el trabajo realizado por los auxiliares.

7.2 Implementación del modelo.

El modelo de mejora que se pretende validar consta de 7 etapas¹²¹, cada una aportara elementos que contribuirán a fortalecer el proceso de mejora y llevarlo a la meta esperada.

7.2.1 Diagnóstico de preparación.

Se inicia con este diagnóstico, el cual permitirá conocer las condiciones generales en las cuales opera la empresa. Es el insumo base para determinar que “mejora” se quiere alcanzar, para ello se inicia con una serie de preguntas que ayudara a orientar el proceso.

7.2.1.1 Cuestionario base.

Las respuestas fueron obtenidas a través de la conversación directa con el gerente y los coordinadores de los procesos.

- **¿Cuenta la empresa con una misión y visión?**

La empresa cuenta con una planeación estratégica compuesta por la misión, visión, política de calidad y valores. Las directrices encontradas en la misión son:

- Mejoramiento de tecnologías,
- Métodos de trabajo.
- Programas de gestión

Esto con el fin de incrementar la calidad de los productos, reducir los costos, generar entregas perfectas, satisfacer al cliente, obtener una rentabilidad que permita el crecimiento y fomentar la formación de líderes para fortalecer los procesos.

¹²¹ Planteadas en el numeral 6.3 y en la gráfica 3.

La visión no tiene un marco temporal y está planteada de forma general “ser una empresa reconocida por la excelencia de sus procesos....”¹²² No se da una meta cuantificable para su medición. Sus directrices giran alrededor de:

- Reconocimiento por excelencia en procesos.
- Precios competitivos.
- Generar alianzas estratégicas que permitan explorar nuevos mercado y atraer nuevos cliente.

No se identifica un plan de acción que permita el logro de esa visión.

- **¿Cuentan los procesos de la empresa con un objetivo?**

Todos los procesos cuentan con objetivos y con indicadores de desempeño. Los procesos de producción se miden por cumplimiento del programa de producción y la generación de producto no conforme (en partes por millón). El seguimiento de los objetivos se realiza mensualmente.

- **¿Existen mediciones e indicadores?**

Existen mediciones dadas por la generación de producto no conforme y por el cumplimiento al programa de producción, pero el control y la medición de tiempos y desperdicios no es rigurosa.

Todos los procesos (gestión comercial, gestión humana, calidad, etc.) cuentan con indicadores y metas, el seguimiento es mensual.

- **¿Se tiene documentadas y socializadas las especificaciones del cliente (interno o externo)?**

Las especificaciones del cliente están documentadas (en su mayoría) a nivel general (estándares de calidad por procesos) y a nivel particular (instructivos de operación y estándares de verificación). Se evidencia que a pesar de existir dichas guías no siempre son usadas por los operarios.

¹²² Tomado del manual de calidad DA-DR-0. 2018 de la empresa.

- **¿El personal tiene formación en métodos de mejora (Six sigma, Lean, Kaizen)?**

Se tiene personal capacitado en algunas herramientas LEAN y se conoce (de manera general) el método KAIZEN, pero no hay un programa, iniciativa o plan sostenido en el tiempo, se trata más de acciones específicas para la solución de un problema concreto y que luego de lograr (o no) su fin, quedan sin continuidad (nueva mejora o sostenimiento de lo logrado).

7.2.1.2 Hallazgos

Para desarrollar esta fase se recurrió a la lectura del manual de calidad de la empresa, charlas con líderes, coordinadores de procesos, la dirección y revisión documental del sistema de gestión. En términos generales la empresa cuenta con un sistema de gestión que tiene impacto en los procesos y permite que se solucionen problemas y se hagan algunas mejoras, pero también se evidencia que algunas de estas mejoras no son sostenidas en el tiempo y que no hay un plan organizado para identificar y atacar los desperdicios que se generan en los procesos.

- Sus principales clientes son las ensambladoras de motos (enfocado principalmente en 3).
- En este ejercicio de implementación se seleccionará un sub-proceso del proceso misional de producción (que consta de corte y curvado, troquelado y soldadura).
- Las principales falencias encontradas son:
 - Informalidad en algunos procesos.
 - Falta de continuidad en los procesos de mejora realizados.
 - No hay control para verificar la validez de algunas mediciones, lo que puede llevar a indicadores erróneos.

- No hay un proceso sistemático y documentado para eliminar los desperdicios de los procesos.
- Las capacitaciones en métodos LEAN no siempre involucran una práctica y cuando lo hacen no se mantienen en el tiempo y el conocimiento adquirido corre el riesgo de perderse.

7.2.1.3 Indicadores del componente

Las actividades realizadas para el desarrollo de esta fase arrojaron los siguientes indicadores:

- De cumplimiento de la fase
 - Cumplimiento del 100% de las reuniones planeadas.
 - Respuesta de 100% del cuestionario base.
- De los hallazgos
 - 100% de los procesos cuentan con algún tipo de indicador de desempeño.
 - 100% de las especificaciones del cliente cuentan con algún tipo de documento para controlar su calidad. Pero no siempre está disponible o es usada en los procesos.

7.2.2 Selección del proceso y del equipo.

Partiendo de los hallazgos dados por la fase anterior se procedió a seleccionar el proceso a mejorar.

7.2.2.1 Selección del proceso a intervenir.

Para este paso se realizó una actividad con el coordinador de producción, los líderes de cada sub proceso y con la coordinadora de calidad, se revisaron los reclamos de calidad, tanto los internos como los recibidos por los clientes

externos y usando esta información se determinó que el proceso que debería ser intervenido era “corte y curvado”, pues presentaba un número elevado de defectuosos detectados por el mismo procesos o por un cliente interno (10000 ppm). Estos defectuosos implican reproceso o pérdida total del producto.

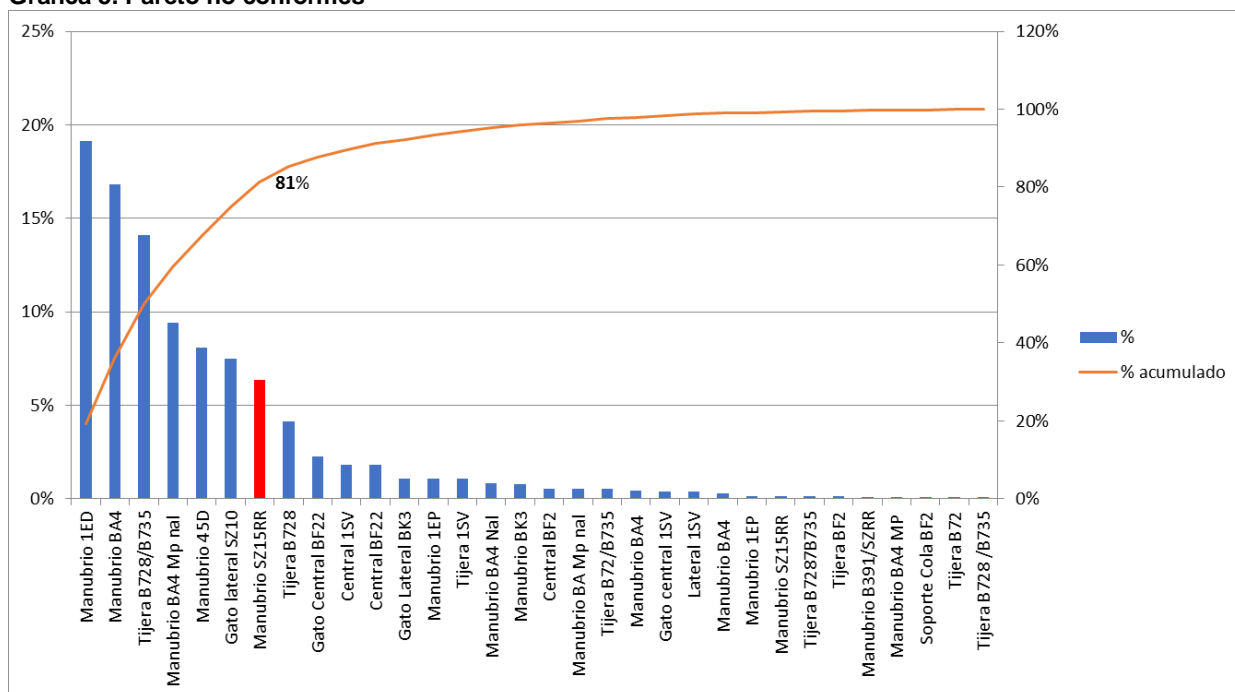
Este hecho puede verse reflejado en el siguiente Pareto.

Tabla 3. Producto no conforme por pieza

#	Pieza	Cantidad	%	% acumulado
1	Manubrio 1ED	256	19%	19%
2	Manubrio BA4	225	17%	36%
3	Tijera B728/B735	189	14%	50%
4	Manubrio BA4 Mp na	126	9%	59%
5	Manubrio 45D	108	8%	68%
6	Gato lateral SZ10	100	7%	75%
7	Manubrio SZ15RR	85	6%	81%
8	Tijera B728	55	4%	85%
9	Gato Central BF22	30	2%	88%
10	Central 1SV	24	2%	89%
11	Central BF22	24	2%	91%
12	Gato Lateral BK3	14	1%	92%
13	Manubrio 1EP	14	1%	93%
14	Tijera 1SV	14	1%	94%
15	Manubrio BA4 Nal	11	1%	95%
16	Manubrio BK3	10	1%	96%
17	Central BF2	7	1%	96%
18	Manubrio BA Mp nal	7	1%	97%
19	Tijera B72/B735	7	1%	98%
20	Manubrio BA4	6	0%	98%
21	Gato central 1SV	5	0%	98%
22	Lateral 1SV	5	0%	99%
23	Manubrio BA4	4	0%	99%
24	Manubrio 1EP	2	0%	99%
25	Manubrio SZ15RR	2	0%	99%
26	Tijera B728/B735	2	0%	99%
27	Tijera BF2	2	0%	100%
28	Manubrio B391/SZRF	1	0%	100%
29	Manubrio BA4 MP	1	0%	100%
30	Soporte Cola BF2	1	0%	100%
31	Tijera B72	1	0%	100%
32	Tijera B728 /B735	1	0%	100%

Fuente: Elaboración propia

Grafica 5. Pareto no conformes



Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.2 Conformar el grupo de trabajo.

Con el proceso seleccionado se continuo con la conformación del equipo de trabajo, para ello se contó con el apoyo del líder del área para identificar al personal que contara con el conocimiento y la disposición para contribuir en las actividades.

El sub proceso de corte y curvado cuenta con un total de 10 trabajadores incluyendo el líder. El equipo de mejora conformado fue constituido de la siguiente forma:

- Líder de proceso
- 2 operarios (con conocimiento en todas actividades que desarrolla el proceso).
- La coordinadora de calidad, que como cliente interna, vigila la generación de defectuoso y recibe las quejas originadas por las fallas en dicho proceso.

7.2.2.3 Capacitar al grupo seleccionado.

El equipo seleccionado recibió capacitaciones en:

- Roles en un proceso de mejora
- Tipos de desperdicios.
- 5s.

7.2.2.4 Hallazgos

El producto con el mayor número de defectuosos son los manubrios (diferentes referencias). Sus especificaciones de calidad son tanto dimensionales como de apariencia y en las dos existen fallas detectadas por los clientes, los cuales son el subproceso de soldadura y almacén.

7.2.2.5 Indicadores

- Se seleccionó el proceso a intervenir.
- Se seleccionó al equipo de mejora.
- El 100% del equipo de mejora fue capacitado en diferentes herramientas LEAN que se utilizaran en la siguiente fase.
- 100 % de los roles del equipo de mejora determinados
 - 1 líder de equipo (el líder del proceso).
 - 2 operarios (conocedores del proceso).
 - 1 Cliente (calidad).

7.2.3 Comprender, describir y medir el proceso.

Con el proceso seleccionado y con el equipo conformado inicia la fase que tiene por objetivo conocer y analizar las actividades, describirlas para medirlas, pero para llegar a ese punto se debe capacitar al personal que estará involucrado.

7.2.3.1 Capacitar al personal en herramientas de mapeo

El equipo fue capacitado en una serie de herramientas que facilitaran la descripción de los procesos y la identificación de las fallas.

- VSM
- Diagramas de flujo.
- Tipos de desperdicios.
- Herramientas para identificar los desperdicios en los procesos.

7.2.3.2 Mapear el proceso y recopilar mediciones.

7.2.3.2.1 Aspectos de proceso a tener en cuenta.

El proceso de planeación y programación de la producción presenta ciertas particularidades que limitan la recolección de datos y dificulta la implementación de mejoras a los procesos: los pedidos realizados por los clientes (principalmente 2, que representan más del 80% de los ingresos) suelen ser enviados a mitad de mes, y en ellos se solicitan los productos que van a requerir para el mes siguiente. Las entregas se distribuyen durante 4 semanas (entregas parciales programadas) iniciando 15 días después de realizado el pedido. Con esta orden se hace un requerimiento de compra de materia prima, pero se suele tener cierto inventario, pues los productos y las cantidades solicitadas no suelen variar mucho mes a mes. La programación de producción (general) se hace mensual, usando tiempos estimados (fruto de la experiencia) pues no se cuenta con tiempos estándar. Esta programación se traduce luego a un plan de producción (para los procesos) los cuales lo concretan luego en órdenes de trabajo, que son entregados a los operarios encargados de ejecutar las labores productivas.

7.2.3.2.2 Selección del proceso y producto a mapear.

La primera actividad a desarrollar fue generar varios esquemas o mapa del proceso usando un producto representativo que abarcara todos los sub procesos presentes y que fuera impactante en términos de cantidad. Para este proceso de selección del producto a mapear, se elaboró una matriz de producto- proceso donde se relaciona la familia de productos con los subprocesos que intervienen (ver tabla 3). Teniendo en cuenta lo observado en la matriz antes mencionada se determinó que el producto “manubrio” era el más representativo por ser el que lleva más sub procesos y por el volumen de producción.

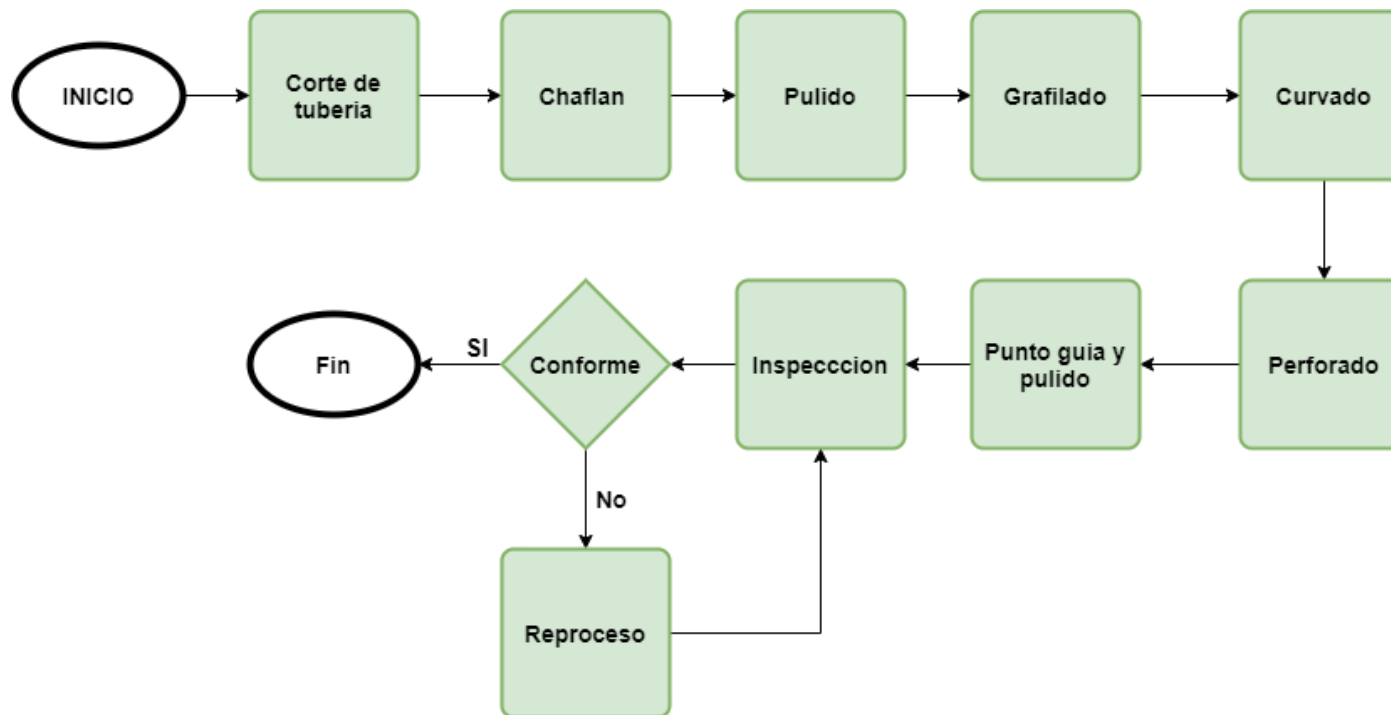
Tabla 4. Matriz Subprocesos / familias de productos.

	SUB PROCESOS DE CORTE Y CURVADO								
FAMILIA DE PRODUCTOS	Corte de sierra	Chaflan	Pulido de banda	Grafilado	Curvado	Perforado	Punto guía	Despuntado	Cantidad mes
Manubrios	x	x	x	x	x	x	x		7500
Parrillas	x				x			x	3000
Tubos base lateral	x		x		x			x	5400
Tubos base central	x		x		x			x	5400
Brazo tijeras	x		x		x			x	2100
Bujes	x	x	x						2100

Fuente: elaboración propia

- **Diagrama general de la fabricación del manubrio:** consta de 8 subprocesos secuenciales, pero su producción no se realiza en línea, por lo que es común que mientras se está cortando una tubería para manubrio, se esté curvando una parrilla y la grafiladora este inactiva. El diagrama del proceso general de fabricación puede observarse en la gráfica 5.

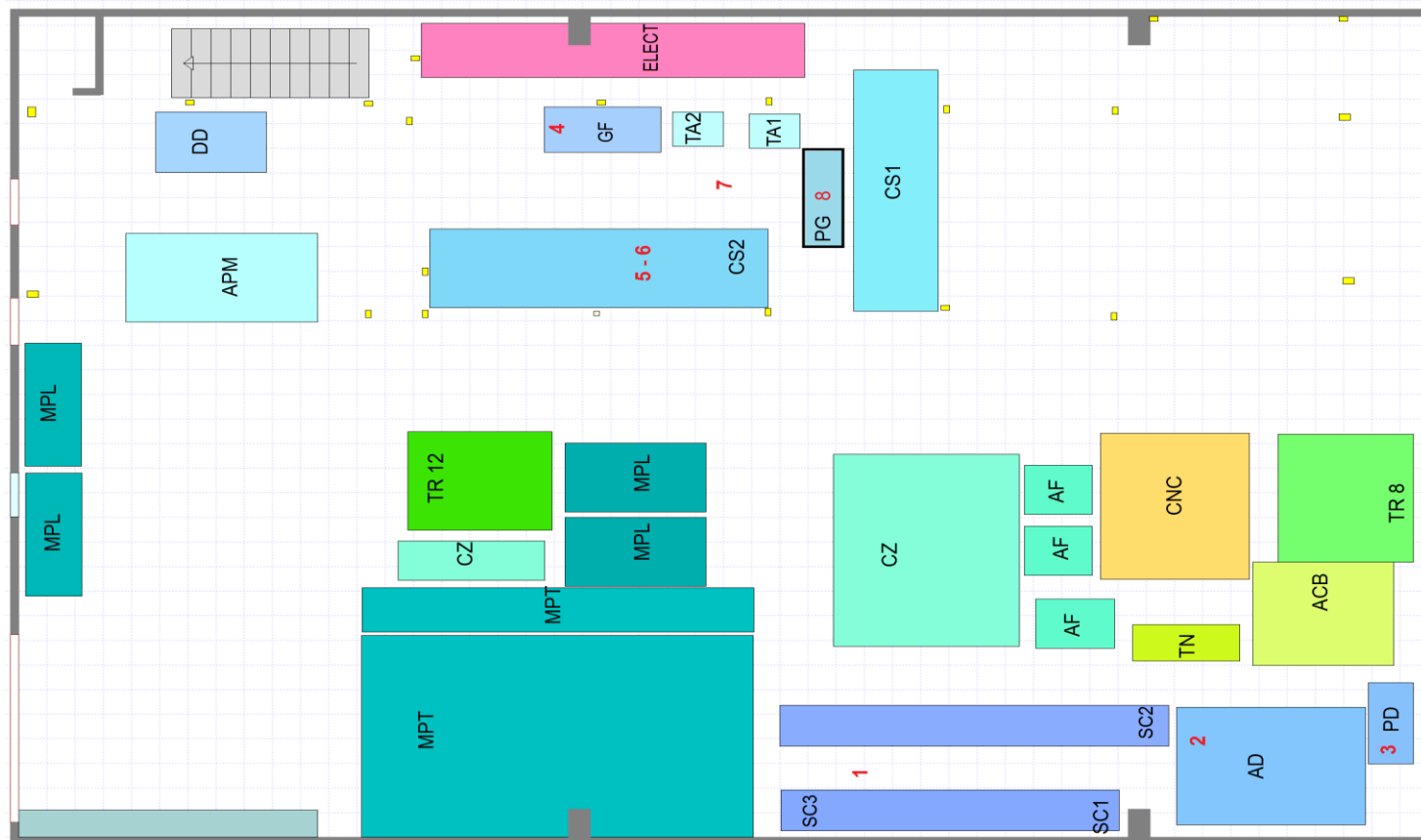
Grafica 6 Proceso de corte y curvado de manubrio.



Fuente: elaboración propio.

- **Distribución del proceso en planta:** la distribución de los 8 sub procesos en la planta presenta una notoria fragmentación, que se traduce en transportes. El sub proceso 1,2 y 3 se encuentran claramente separados de los sub procesos 4, 5, 6,7 y 8.

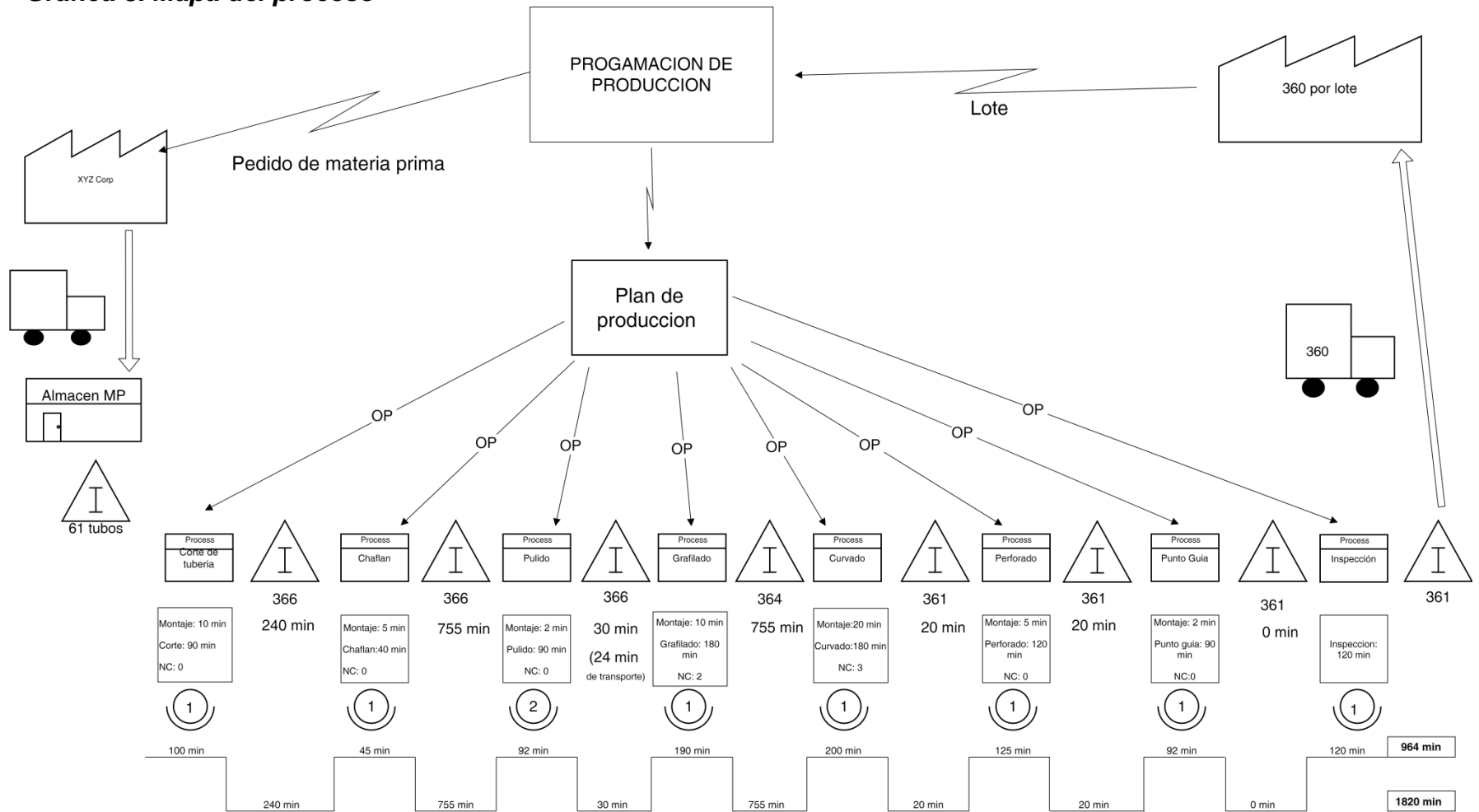
Grafica 7. Distribución en planta.



Fuente: elaboración propia.

- **Mapa del proceso.** El mapa del proceso se realizó para un lote de manubrios, el cual suele estar compuesto por 360 unidades. El tiempo total invertido en la fabricación de este manubrio fue de 2784 minutos, de los cuales 1820 son esperas. El proceso no opera en línea, esto se debe, según declaro el supervisor, por la falta de personal y a los cambios que se suelen hacer a la programación de la producción, dando prioridad a alguna pieza que no estaba planificada pero que debido a cambios en los pedidos requieren su pronta fabricación. No se hacen uso de tiempos estándar de fabricación y se evidencia desperdicios como movimientos, esperas y transporte. Las 360 unidades son procesadas en cada estación antes de pasar a la siguiente y lo usual es que existan esperas, que en algunos casos duran 755 minutos (más de 12 horas). El mapa está representado en la gráfica 7.
- **Mudas identificadas:** cada sub proceso fue analizado en busca de actividades que puedan ser optimizadas con el fin de disminuir tiempos y aumentar la calidad. Se identificaron que algunos procesos pueden ser optimizados reduciendo los tiempos de montaje de herramientas, eliminando los tiempos de búsquedas de herramientas, materia prima o insumos y de forma general, organizando el lugar de trabajo para facilitar la operación. En la gráfica 8 se pueden observar algunos de los cuadros en donde se plasmó las actividades de cada sub proceso y si estas (las actividades) añadían valor, eran necesario o se configuraban en desperdicios.

Grafica 8. Mapa del proceso



Fuente: elaboración propia.

Grafica 9. Análisis de valor.

CORTE DE TUBERIA						CHAFLAN					
ACTIVIDAD		ACTIVIDADES				ACTIVIDAD		ACTIVIDADES			
		De valor Agregado (Min)	Necesarias pero sin valor Agregado (Min)	Innecesarias y sin valor Agregado (Min)	Tipo de Desperdicio			De valor Agregado (Min)	Necesarias pero sin valor Agregado (Min)	Innecesarias y sin valor Agregado (Min)	Tipo de Desperdicio
1	Alistar maquina (montaje)		10		Ninguno	1	Recibir producto en proceso			5	Transporte
2	Puesta a punto		3		Ninguno	2	Alistar maquina		5		Ninguno
3	Cortar	64			Ninguno	3	Puesta a punto		1		Ninguno
4	Inspeccionar		10		Ninguno	4	Preparar producto en proceso		2		Ninguno
5	Recoger producto en proceso y ubicar			10	Movimiento	5	Chaflanar	25			Ninguno
6	Almacenar				Ninguno	6	Recoger y ubicar el producto		5		Ninguno
7	Documentar		3		Ninguno	7	Documentar		2		Ninguno
8					Ninguno	8					Ninguno
TOTAL DE MINUTOS		64	26	10	100	TOTAL DE MINUTOS		25	15	5	45

GRAFILADO						CURVADO					
ACTIVIDAD		ACTIVIDADES				ACTIVIDAD		ACTIVIDADES			
		De valor Agregado (Min)	Necesarias pero sin valor Agregado (Min)	Innecesarias y sin valor Agregado (Min)	Tipo de Desperdicio			De valor Agregado (Min)	Necesarias pero sin valor Agregado (Min)	Innecesarias y sin valor Agregado (Min)	Tipo de Desperdicio
1	Configurar maquina		3		Ninguno	1	Montaje		20		Ninguno
2	Montaje		10		Ninguno	2	Puesta a punto		10		Ninguno
3	Ubicar manubrio		30		Ninguno	3	Ubicar Jig de inspeccion		5		Ninguno
4	Grafilar	105			Ninguno	4	Alistar pieza		15		Ninguno
5	Retirar manubrio		20		Ninguno	5	Curvar	108			Ninguno
6	Vericar con pie de rey		15		Ninguno	6	Inspeccionar		30		Ninguno
7	Almacenar		5		Ninguno	7	Almacenar		10		Ninguno
8	Documentar		2		Ninguno	8	Documentar		2		Ninguno
TOTAL DE MINUTOS		105	85	0	190	TOTAL DE MINUTOS		108	92	0	200

Fuente: elaboración propia.

- Al analizar los diagramas de valor se decidió detallar las actividades del montaje del herramental en el proceso de curvado, esto con la intención de buscar mejoras y disminuir el tiempo. Este ejercicio puede verse en la tabla 4.

Tabla 5. SMED

No	Actividades	Responsable	Herramienta	Horas		Tiempo	Tipo Cambio	
				Inic	Final	Minutos	E	I
1	Busqueda de rodaja	Operario 1		00:00	00:06	00:06		x
2	Posicionamiento de rodaja	Operario 1		00:06	00:23	00:17		x
3	Cerrar el brazo	Operario 1		00:23	00:37	00:14		x
4	poner tuerca de rodaja	Operario 1		00:37	01:07	00:30		x
5	Busqueda guia de rodillo	Operario 1		01:07	01:31	00:24		x
6	Ubicar guia de rodillos / fijas	Operario 1	Llave bristol 14	01:31	02:41	01:10		x
7	Golpea la guia	Operario 1	Martillo de caucho	02:41	02:55	00:14		x
8	sigue apretando la guia	Operario 1	Llave bristol 14	02:55	03:53	00:58		x
9	Busqueda de la contra mordaza	Operario 1		03:53	04:04	00:11		x
10	ubicar contra mordaza / golpea	Operario 1		04:04	04:20	00:16		x
11	Aprieta con bristol	Operario 1	Llave bristol 14	04:20	04:38	00:18		x
12	Toma datos de presion	Operario 1		04:38	04:56	00:18		x
13	dar presion según datos a la cotra mordaza	Operario 1		04:56	05:12	00:16		x
14	Verificar presion (distancia)	Operario 1		05:12	05:16	00:04		x
15	Ajuste de presion contra mordaza	Operario 1		05:16	05:55	00:39		x
16	fijar con bristol	Operario 1		05:55	06:29	00:34		x
17	Apretar con hombre solo tornillo de rodaja	Operario 1	Hombre solo	06:29	07:34	01:05		x
18	Busqueda de pinzas	Operario 1		07:34	07:45	00:11		x
19	Ubicar las pinzas (4 pinzas) con llave #5	Operario 1	Bristol 5	07:45	09:31	01:46		x
20	Ubicar herramientas	Operario 1		09:31	09:58	00:27		x
21	regresa algo del montaje anterior	Operario 1		09:58	10:11	00:13		x
22	Desaprieta para darle ubicación a la mordaza	Operario 1	Bristol	10:11	11:21	01:10		x
23	Dar presion a la mordaza #2	Operario 1		11:21	11:36	00:15		x
24	Verificar presion mordaza #2	Operario 1		11:36	11:46	00:10		x
25	Aprieta mordaza #2	Operario 1		11:46	12:08	00:22		x
26	Verificar presion mordaza #2	Operario 1		12:08	12:34	00:26		x
27	Toma presion de la guia	Operario 1		12:34	13:44	01:10		x
28	Aprieta guia de rodillo	Operario 1		13:44	16:00	02:16		x
29	Preparar tensor	Operario 1		16:00	16:11	00:11		x
30	Busqueda de buje de tensor	Operario 1		16:11	16:18	00:07		x
31	Ubica buje en el tensor	Operario 1		16:18	16:41	00:23		x
32	ubica tensor en maquina	Operario 1		16:41	17:00	00:19		x
33	Apretar tensor	Operario 1		17:00	17:58	00:58		x
34	Buscar programa	Operario 1		17:58	18:21	00:23		x
35	Llevar JIG anterior produccion	Operario 1		18:21	19:02	00:41		x
36	Traer nuevo JIG	Operario 1		19:02	19:40	00:38		x
37	Busqueda de materia prima para puesta a punto.	Operario 1		19:40	20:27	00:47		x
38						20:27		

Fuente: elaboración propia.

Con el SMED de montaje de curvado, se procedió a analizar las actividades que se pueden eliminar (por ser desperdicios) y que siendo necesarias, pueden ser optimizadas. El análisis de las actividades se evidencia en la tabla

Tabla 6. Análisis tiempos en montaje de curvado.

ACTIVIDAD		Minutos	ACTIVIDADES			
			De valor Agregado	Necesarias pero sin valor	Innecesarias y sin valor	Tipo de Desperdicio
1	Búsqueda de rodaja	00:06			6	Movimiento
2	Posicionamiento de rodaja	00:17		17		
3	Cerrar el brazo	00:14		14		
4	poner tuerca de rodaja	00:30		30		
5	Búsqueda guía de rodillo	00:24			24	Movimiento
6	Ubicar guía de rodillos / fijas	01:10		70		
7	Golpea la guía	00:14		14		
8	sigue apretando la guía	00:58		58		
9	Búsqueda de la contra mordaza	00:11			11	Movimiento
10	ubicar contra mordaza / golpea	00:16		16		
11	Aprieta con Bristol	00:18		18		
12	Toma datos de presión	00:18		18		
13	dar presión según datos a la contra mordaza	00:16		16		
14	Verificar presión (distancia)	00:04		4		
15	Ajuste de presión contra mordaza	00:39		39		
16	fijar con Bristol	00:34		34		
17	Apretar con hombre solo tornillo de rodaja	01:05		65		
18	Búsqueda de pinzas	00:11			11	Movimiento
19	Ubicar las pinzas (4 pinzas) con llave #5	01:46		106		
20	Ubicar herramientas	00:27			27	Movimiento
21	regresa algo del montaje anterior	00:13			13	Movimiento
22	Desaprieta para darle ubicación a la mordaza	01:10		70		
23	Dar presión a la mordaza #2	00:15		15		
24	Verificar presión mordaza #2	00:10		10		
25	Aprieta mordaza #2	00:22		22		
26	Verificar presión mordaza #2	00:26		26		
27	Toma presión de la guía	01:10		70		
28	Aprieta guía de rodillo	02:16		76		
29	Preparar tensor	00:11		11		
30	Búsqueda de buje de tensor	00:07			7	Movimiento
31	Ubica buje en el tensor	00:23		23		
32	ubica tensor en maquina	00:19		19		
33	Apretar tensor	00:58		58		
34	Buscar programa	00:23		23		
35	Llevar JIG anterior producción	00:41			41	Movimiento
36	Traer nuevo JIG	00:38			38	Movimiento
37	Búsqueda de materia prima para puesta a punto.	00:20			20	Transporte
TOTAL TIEMPO		20:00	0	942	198	

Fuente: elaboración propia.

- **Generación de producto no conforme:** Se puede observar en la gráfica 7 que para la fabricación de 366 manubrios se generaron 5 No conformes, esto llevado “producto no conforme por millón de producto fabricado” se traduce en:

$$PPM = \frac{5}{366} \times 1\,000\,000 = 13\,661.$$

Los procesos que generan el producto no conforme fueron: grafilado (2), al generar unas “huellas” (moleteado, marcas que facilitan el agarre) irregulares y el proceso de curvado, que origino 3 manubrios no conformes por falla de grados (ángulo del curvado).

7.2.3.3 Validar resultados.

La información recolectada fue validada usando históricos de producción, recorriendo de forma general todos los sub procesos para luego hacer un seguimiento de la transformación de la tubería en manubrio. En cada sub procesos se consultó a los operarios sobre la información recopilada y se buscaron históricos de PPM de defectuosos para compararlos con los obtenidos en el ejercicio. Las toma de tiempos (sub proceso y SMED) fue validada en al menos 2 ocasiones.

7.2.3.4 Indicadores.

- 100% del proceso mapeado.
- Indicadores de calidad: línea base de 10.000 PPM de producto no conforme.
- Tiempo de montajes de herramental: 20 minutos en el proceso de curvado.
- Mudos identificadas en los subprocesos (Ver grafica 8).

7.2.4 Seleccionar y planear la implementación de la mejora.

Con el proceso mapeado se inicia la fase de identificar los aspectos en los que se puede mejorar, valorar la factibilidad de la implementación y seleccionar la opción de mejora más viable. Para ello, el equipo de mejora se capacito en uso de herramientas que le permitan hacerle frente a esta fase.

7.2.4.1 Capacitar al personal en herramientas de mejora.

El grupo de mejora fue capacitado en las siguientes herramientas:

- Lluvia de ideas.
- Identificación de desperdicios.
- 5s
- SMED
- Matriz de priorización.

7.2.4.2 Identificar las oportunidades de mejora.

Usan una lluvia de ideas se encontraron las siguientes oportunidades de mejoras:

- Redistribución del proceso en planta:

La distribución en planta evidencia una fragmentación (ver grafica 6) lo que se traduce en transporte de producto en proceso.

- Optimización de los tiempos del proceso:

Esta propuesta está enfocada a usar el VSM y el análisis de valor de cada proceso para eliminarlas las mudas y disminuir los tiempos invertidos en aquellas actividades que a pesar de ser necesaria, no añaden valor al producto, en esta propuesta se usara herramientas como las 5s, el SMED (entre otras).

- Disminuir el producto no conforme:

Teniendo en cuenta que el producto no conforme del proceso es superior a 1000 PPM (en el ejercicio de VSM se observó 13 661), se propone estudiar alternativas para disminuir el PNC generado en todos los subprocesos.

7.2.4.3 Identificar las causas potenciales.

Para el proceso de identificación de causa potenciales se usaron varias herramientas. Cada oportunidad de mejora fue analizada aparte, teniendo en cuenta sus particularidades.

- Redistribución del proceso en planta:

Indagando por los orígenes de esta distribución, se encontró que respondía a una realidad diferente, cuando solo se cortaba tubería y no existían procesos de grafiado o de curvado con CNC. Se concluyó que esta distribución es producto de no ajustar el proceso a la realidad actual y a las dificultades de hacer las adecuaciones (red eléctrica) necesarias para optimizar el flujo del proceso.

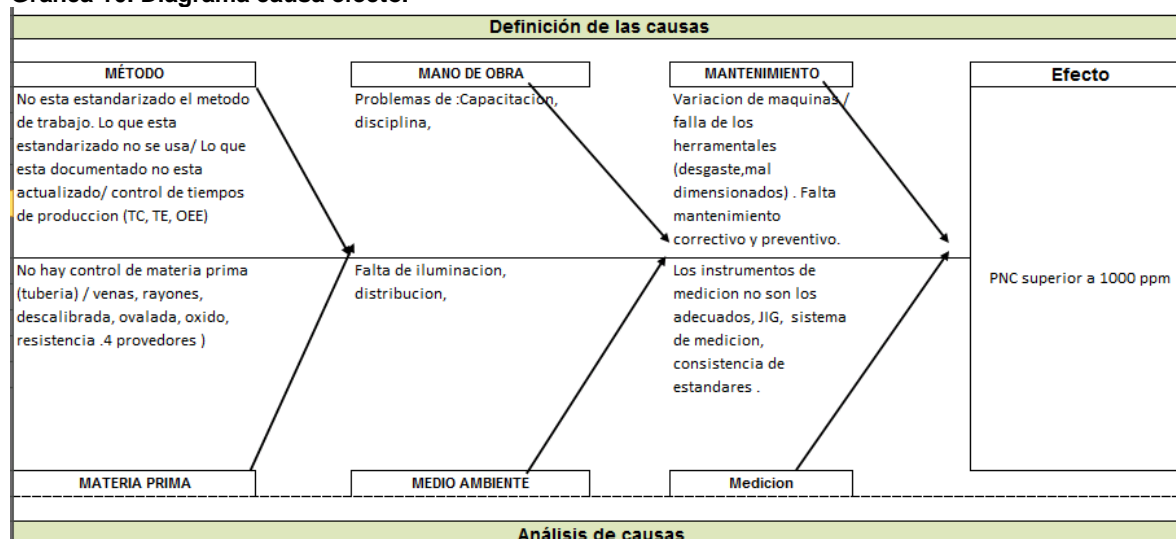
- Causa potencial: informalidad y falta de asesoría técnica a la hora de tomar decisiones de este tipo.
- Optimización de los tiempos el proceso:

Luego de realizar un análisis de causa raíz, se llegó a la conclusión de que el origen de los tiempos actuales son principalmente 4:

- Causa 1: mala distribución del proceso (planta).
 - Causa 2: problemas de orden de los puestos de trabajo.
 - Causa 3: presencia de mudas.
 - Causa 4: tiempos de montajes.
- Disminuir la generación de producto no conforme.

En esta oportunidad de mejora también se usó el diagrama causa- efecto (ver grafica 9).

Grafica 10. Diagrama causa efecto.



Fuente: elaboración propia.

Las causas potenciales están dadas por: Fallas en los métodos de trabajo, fallas en la capacitación y el entrenamiento del personal, variación de las máquinas y fallas en los herramentales, instrumentos de medición no adecuados para los procesos y fallas en la iluminación y distribución del proceso.

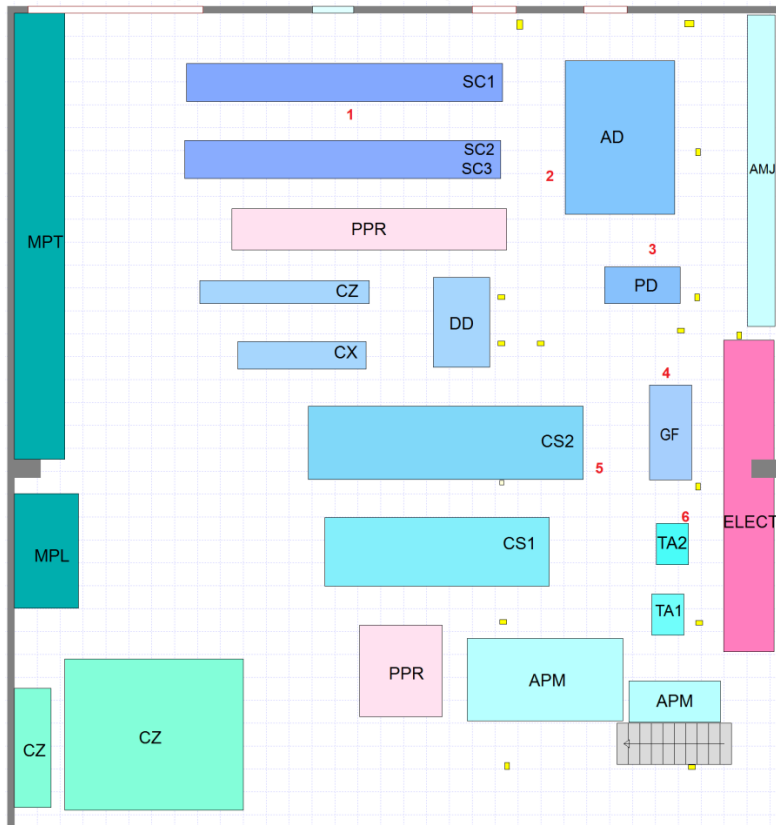
7.2.4.4 Seleccionar las acciones de mejora a implementar.

Cada oportunidad de mejora origina unas propuestas, las cuales fueron valoradas, y al final se tuvo en cuenta su factibilidad.

- Redistribución del proceso en planta.

Frente a esta opción de mejora se propuso una nueva distribución que agilizará el proceso y no cortará el flujo de la producción (como lo hace la actual). Para la elaboración de esta propuesta se contó con apoyo del líder de área, el operario y el coordinador de producción. La propuesta está expuesta en la gráfica 10.

Grafica 11. Propuesta distribución del proceso.



Fuente: elaboración propia.

- Optimización de los tiempos el proceso:

Frente a esta oportunidad de mejora se propusieron varias acciones con el fin de hacer más eficiente y eficaz el proceso, dentro de las opciones se plantearon:

- En sintonía con la oportunidad de mejora anterior se propuso una nueva distribución de planta (al menos del proceso de corte y curvado) la propuesta está expuesta en la gráfica 10.
- Con el fin de mejorar los tiempos, se propone eliminar las mudas identificadas y mejorar los tiempos invertidos en actividades que no agregan valor, para ello se propone aplicar 5s, estandarizar los métodos y los tiempos de trabajo (o revisar y mejorar los existentes).
- Realizar un ejercicio de SMED con el fin de disminuir el tiempo invertido en la realización de montajes.
- Disminución del producto no conforme.

Con el fin de controlar la generación de producto no conforme se plantearon las siguientes acciones, que están en sintonía con lo hallado en la gráfica causa-efecto (gráfica 9):

- Inventariar los estándares existente para realizar un diagnóstico que permita identificar cuales falta (existen pero el proceso no los tiene), cuales se deben actualizar y cuales se debe elaborar.
- Solicitar a producción iniciar un proceso de toma y estandarización de tiempos para la que sea usado en la programación de producción (esto se sale del alcance del proyecto).
- Evaluar el estado de las máquinas y evaluar si son una fuente para la generación de producto no conforme.
- Capacitar a los operarios en uso de estándares de trabajo, uso de instrumentos de medición.

Se evaluó la factibilidad de estas acciones de mejora y se encontró que:

1. Distribución de la planta:

Esta propuesta aunque necesaria no es viable en este momento (así lo manifestaron los líderes y responsables del proceso), debido a la dificultad que implica la adecuación de la red eléctrica. **Esta propuesta fue rechazada** por el momento. Sin embargo se recomienda tenerla en cuenta y planificar su implementación.

2. Optimización de los tiempos del proceso.

Se encontró viable trabajar en la eliminación de las mudas y en la optimización de las actividades necesarias que no añaden valor.

También se concluyó que era conveniente y viable realizar un SMED al proceso de curvado, esto con el fin de disminuir el tiempo de montaje y usar este ejercicio como una prueba piloto que luego pueda ser replicada en otros procesos.

Finalmente se encontró un proyecto futuro a desarrollar (preferiblemente en el corto plazo) centrado en el cálculo y uso de tiempos estándar para la ejecución de las operaciones y la eficiente programación de la producción.

3. Disminución del producto No conforme:

Todas las actividades fueron consideradas viables, pero se aclara que el inventario y generación de estándares es un proceso a mediano plazo, debido a la cantidad de referencias y al tiempo que toma la elaboración de estos.

7.2.4.5 Generar plan de acción.

Frente a las opciones de mejora se generaron varios planes de acción (tablas 6-8).

Tabla 7. Plan de acción SMED

#	Elemento	Actividad	Responsable
1	Alistamiento	Uso de carro de dos niveles (uno para montaje y otros para desmontar)	Supervisor
2	Hoja de vida herramental	Implementar, tener en cuenta un formato de fácil acceso.	Ingeniería, calidad
3	Regresar la maquina a su configuración original	Consultar con mantenimiento	Mantenimiento
4	Cambiar longitud de espárragos	Recortar, definir longitud máxima.	Mecanizado
5	Uso de galgas	Diseño y fabricación de galgas.	Ingeniería y taller
6	Utilizar llave de boca fija	Solicitar llaves	Supervisor, compras
7	Terminar la mordazas de ajuste	Mecanizarlas según especificaciones	Taller
8	Uso de pistola neumática	Analizar viabilidad y cotizas	Supervisor, mantenimiento, compras
9	Herramientales nuevos con tratamiento térmico	Solicitar juego completo con tratamiento térmico.	Ingeniería.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Plan de acción seguimiento a maquinas

#	MAQUINA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACCIONES
1	Grafiladora	Configurar parámetros y mantenimiento/ pruebas en empresa con maquina similar	Supervisor, mantenimiento	Programar visita a empresa con maquina similar.
2	Curvadora Zaziola	Diseño y fabricación de dispositivo para puesta a punto	Ingeniería	Diseño de dispositivo
3	Despuntadora	Estandarizar posición de la cuchilla	Supervisor, mantenimiento	Generar estándar y capacitar
4	Sierra circular	Cotizar y diseñar	Ingeniería	Socializar
5	Chaflanadora	Usar medidor de chaflán	Mantenimiento, compras	Comprar
6	Curvadora soco	Investigar proceso, planear SMED	Grupo de mejora.	Iniciar proceso.


Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Plan de acción PNC

Causa	Acción	Orden
Falta de iluminación, distribución de luminarias	capacitaciones en métodos y tiempos, disponibilidad, e implementar estandarizaciones por etapas	3 (a)
No hay control de materia prima (tubería) / venas, rayones, des calibrada, ovalada, oxido, resistencia (proveedores)	1.Capacitar a los encargados de recibir la MP en los criterios de aceptación y rechazo. /2. contactar a los proveedores y dejar claro las especificaciones y 3.buscar nuevos proveedores	3.5 (a)
Los instrumentos de medición no son los adecuados, JIG, sistema de medición, consistencia de estándares .	1.capacitar en el uso de JIG y calibradores y 2.control en su uso (disciplina)	3.5 (b)
Estándares: Lo que esta estandarizado no se usa/ Lo que esta documentado no esta actualizado/	Inventario de estándares (que tenemos, que no, cuales estan des actualizados). *Solicitar a ing actualizar y generar los estándares faltantes.	4 (a)
Lo que esta estandarizado no se usa	1. Generar un plan de entrenamiento / re entrenamiento. *2.Generar métodos de trabajo por maquina y operación (los que falten)	4 (b)
control de tiempos de producción (TC, TE, OEE)	Capacitaciones en métodos y tiempos, disponibilidad, e implementar estandarizaciones por etapas	4 (c)
Los instrumentos de medición no son los adecuados, JIG, sistema de medición, consistencia de estándares .	Proponer una relación mas directa entre producción, calidad e ing en el diseño de herramientas.	4 (d)
Los instrumentos de medición no son los adecuados, JIG, sistema de medición, consistencia de estándares .	Proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.	4.5 (a)

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Seguimiento plan de acción PNC

#	Actividad	Responsable	Estado	Observaciones
1	Elaborar estándares generales para manubrios, parrillas y despuntado	Calidad	En proceso	Falta socializar Socializar estándares de operación y hacer seguimiento (ya se aprobó por calidad y corte y curvado)
2	Capacitaciones en instrumentos de medición e instrumentos de verificación (según resultados R&R).	Metrologia	En proceso	
3	Requerimientos de luminarias y de nuevos puntos de iluminación	CYC	En proceso	Seguimiento a MTO
4	Capacitar a los encargados de recibir la MP en los criterios de aceptación y rechazo	Metrologia	En proceso	
5	contactar a los proveedores y dejar claro las especificaciones	Compras	En proceso	
6	Control disciplinario del personal (conducto regular, sanciones, etc) y estímulos.	GH y CYC	En proceso	
7	Solicitar a ingeniería estándares faltantes	CYC	En proceso	
8	Generar un plan de entrenamiento y reentrenamiento en los procesos del área.	CYC	En proceso	
9	Generar métodos de trabajo por máquina y operación (los que falten)	CYC	En proceso	
12	Proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para JIGs	Calidad	En proceso	Etapa documental 100%, Etapa de implementacion 5%

Fuente: elaboración propia.

7.2.4.6 Indicadores

- 100% de capacitaciones realizadas.
- 100% de cumplimientos de las reuniones planificadas para la identificación de oportunidades de mejora.
- 100% de cumplimiento de las reuniones planificadas para la selección de acciones a implementar.
- 100% de cumplimiento de las reuniones planificadas para la elaboración del plan de acción.

7.2.5 Implementar la mejora.

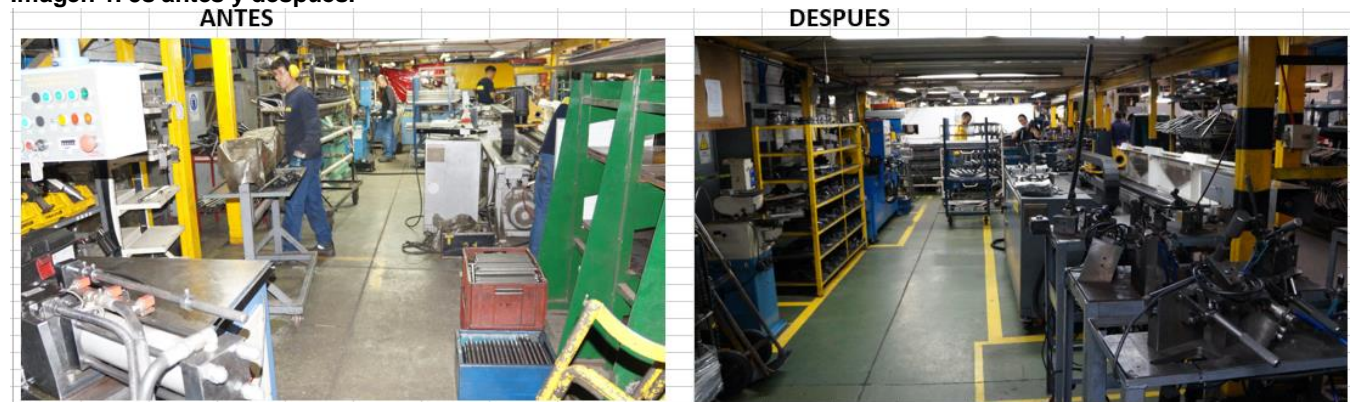
La fase de implementación se concretó con el apoyo del líder del proceso y la participación de todos los colaboradores del área, también participaron delegados de áreas como metrología, calidad, gestión humana y mantenimiento.

Es de anotar que en cada oportunidad de mejora se presentaron limitantes que no permitieron cumplir el plan de acción tal y como estaba planeado (sobre todo por disponibilidad de tiempo y recursos), sin embargo se lograron avances en cada una de las oportunidades de mejora.

1. Optimización de los tiempos del proceso.

El trabajo se enfocó en la eliminación de las mudas en la optimización del proceso que no agregan valor, para ello se generaron acciones tendientes a mejorar el orden y el aseo del puesto de trabajo. Esto porque muchos de los movimientos y demoras eran causados por búsquedas. El trabajo en 5s puede observarse en la imagen 1 y la imagen 2.

Imagen 1. 5s antes y después.



Fuente: archivo personal

Imagen 2. 5s antes y después.



Fuente: archivo empresa

A pesar de la imposibilidad de implementar una distribución de planta que optimizara el proceso, se propuso la idea de mover la chaflanadora (rotarla) con el de evitar movimientos y conectarla con el proceso de corte.

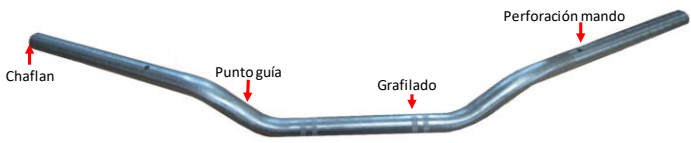












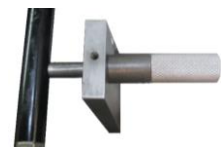




El trabajo de 5s junto a la actividad realizada de SMED permitió facilitar el proceso de búsqueda y alistamiento de herramientas y el orden en el puesto de trabajo contribuyó a disminuir el tiempo de montaje.

2. Disminución de producto No conforme.

Siguiendo el plan de acción para esta oportunidad de mejora se realizaron capacitaciones sobre uso de instrumentos de medición, lectura de estándares e identificación y tratamiento del producto no conforme, además se dotaron a los procesos de instructivos, instrumentos para identificar producto no conforme.

En la foto 1 se puede observar un instructivo elaborado para identificar las posibles No conformidades de un manubrio. En la foto 2 se muestra un instrumento que se implementó para detectar errores en el chaflán.

FOTO 1. Manual de defectos.

			
DEFECTO	NG	OK	HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN
Variación longitud de corte	 Tubo corto, fuera de especificación del plano		Jig de inspección / Flexómetro
Sin refrentado	 Presenta rebaba del corte del tubo,		Inspección visual
Mal grafilado	 		Calibrador/ Jig de inspección / inspección visual
Punto guía	 Punto guía desplazado		Jig de inspección/ inspección visual
Mal curvado	 Curvas abiertas o muy cerradas, no registra en Jig		Jig de inspección/ inspección visual
Mal perforado	 Perforación descentrada		Calibrador / Jig de inspección
Rayones , tallones	 Tallones pronunciados		Inspección visual / tacto
Piquetes			Inspección visual

Fuente: Documento de la empresa.

FOTO 2. Medidor de chaflán.



Fuente: archivo de la empresa.

También se identificaron que algunas máquinas eran una posible fuente de producto no conforme. Luego de hacer varios ejercicios (entre ellos ir a una empresa con máquinas similares) se encontraron que fallas en la configuración y los herramientas de la grafiladora y problemas en los topes de la cortadora.

7.2.5.1 Indicadores

- 70% de cumplimiento del plan de acción.
- 75% de cumplimiento de auditoria planificadas.

7.2.6 Evaluación de la mejora continua.

Si bien se lograron avances frente al control del producto no conforme, no pasó lo mismo con la optimización de los tiempos. No se contó con el alcance para intervenir en la distribución del proceso en planta ni para trabajar en los métodos y los tiempos de trabajo, por lo tanto solo se pudo desarrollar acciones aisladas en cada proceso, que si bien se logró algunas disminuciones, estas no son representativas.

En el SMED se logró bajar los tiempos de montaje de 20 minutos a 12:28. Esto se alcanzó gracias a la implementación de alistamientos, mantenimiento de máquina y orden del puesto de trabajo, los nuevos tiempos del SMED pueden verse en la tabla 10.

Tabla 11. Nuevos tiempos con SMED

No	Actividades	Responsable	Horas		Tiempo	Tipo Cambio	
			Inic	Final	Minutos	E	I
1	Posicionamiento de rodaja	Operario1	00:00	00:15	00:15		x
2	Cerrar el brazo	Operario1	00:15	00:30	00:15		x
3	poner tuerca de rodaja	Operario1	00:30	00:57	00:27		x
4	Ubicar guía de rodillos / fijas	Operario1	00:57	01:41	00:44		x
5	sigue apretando la guía	Operario1	01:41	02:31	00:50		x
6	Aprieta con Bristol	Operario1	02:31	02:45	00:14		x
7	Toma datos de presión	Operario1	02:45	03:03	00:18		x
8	dar presión según datos a la contra mordaza	Operario1	03:03	03:14	00:11		x
9	fijar con Bristol	Operario1	03:14	03:30	00:16		x
10	Apretar con hombre solo tornillo de rodaja	Operario1	03:30	04:30	01:00		x
11	Desaprieta para darle ubicación a la mordaza	Operario1	04:30	04:59	00:29		x
12	Dar presión a la mordaza #2	Operario1	04:59	05:12	00:13		x
13	Verificar presión mordaza #2	Operario1	05:12	05:23	00:11		x
14	Aprieta mordaza #2	Operario1	05:23	05:55	00:32		x
15	Verificar presión mordaza #2	Operario1	05:55	06:49	00:54		x
16	Toma presión de la guía	Operario1	06:49	07:34	00:45		x
17	Ubicar las pinzas (4 pinzas) con llave #4	Operario1	07:34	08:35	01:01		x
18	Aprieta guía de rodillo	Operario1	08:35	10:31	01:56		x
19	Preparar tensor	Operario1	10:31	10:42	00:11		x
20	Ubica buje en el tensor	Operario1	10:42	10:58	00:16		x
21	ubica tensor en maquina	Operario1	10:58	11:38	00:40		x
22	Apretar tensor	Operario1	11:38	11:56	00:18		x
23	Buscar programa	Operario1	11:56	12:20	00:24		x
24	Tomar MP para puesta a punto	Operario1	12:20	12:28	00:08		x
					12:28		

Fuente: elaboración propia.

Gracias a las acciones implementadas, se logró una disminución del producto no conforme en el proceso pasando de más de 10000 PPM a un poco más de 1000 PPM por mes.

Tabla 12. Progreso PPM

Mes	Producción	NC	PPM
1	10085	109	10808
2	17291	100	5783
3	20361	60	2947
4	41192	45	1092

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de contribuir a la mejora continua del proceso, se elaboró con el grupo de trabajo un AMEF, esto con el fin de iniciar un trabajo de gestión del riesgo, con el fin evitar que se materialicen sucesos que puedan afectar la normalidad del proceso productivo.

Tabla 13. AMEF

AMEF PARA EL PROCESO DE CORTE Y CURVADO.											Tomar acciones: nivel prioritario de riesgo mayor a 90,
ITEM	PASO EN EL PROCESO	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	DESCRIPCION	SEVERIDAD	CAUSAS	PROBABILIDAD DE FALLA	CONTROLES	NIVEL DE DETECCION	RPN	OBSERVACIONES
1	Recepción de materia prima.	Materia prima fuera de especificaciones	Paros, clasificación y retrabajos.	Materia prima de acuerdo a las especificaciones del cliente.	9	Incoherencia entre el material pedido y el material de los planos.	3	Planos. Inspección de materias prima según estándar de calidad cliente.	4	108	Acciones inmediatas
2	Almacenamiento de materia prima.	Mezcla o pérdida de materia prima	Paros, clasificación y sobre abastecimiento o desabastecimiento de materia prima.	Almacenar la materia prima en un lugar específico.	2	Mala clasificación, falta de espacio de almacenaje, Mala identificación de los lugares de almacenamiento de materia prima.	3	Documento EP y Orden de compra.	3	18	
3	Corte	Longitud de corte fuera de especificaciones.	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones.	Longitudes de corte acorde a las especificaciones dadas. (Sierra eléctrica).	3	Maquina mal calibrada, Disco sin filo, sujeción deficiente del material a cortar	4	Puesta a punto	4	48	Prioridad 2 orden
		Ángulo de corte fuera de especificaciones.			3	Disco con mala orientación. Sujeción deficiente del material.	4	Puesta a punto	4	48	Prioridad 2 orden
		Longitud de corte fuera de especificaciones.	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones.	Longitudes de corte y materia prima acorde a lo especificado. (Cizalla)	3	Maquina mal calibrada, sujeción deficiente del material a cortar	4	Puesta a punto	4	48	Prioridad 2 orden
		Geometría incorrecta	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones.		4	Troquel defectuoso, mal posicionamiento del material en el troquel.	4	Puesta a punto	2	32	Prioridad 3 orden
4	Perforado	Diámetro fuera de especificaciones	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones	Diámetro de perforado acorde a especificaciones. (Troquelado)	3	Troquel defectuoso, mal posicionamiento del material en el troquel.	4	Jig de inspección	3	36	Prioridad 3 orden
		Perforación desplazada	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones	Ubicación de la perforación acorde a especificaciones. (Troquelado)	4	Mal posicionamiento de la pieza.	3	Jig de inspección	2	24	Prioridad 3 orden
5	Conformado	Longitud de conformado fuera de especificaciones.	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones.	Longitud de conformado acorde a las especificaciones	4	Movimiento del tope, mal posicionamiento de la pieza.	3	Puesta a punto- Jig de inspección conformado	3	36	Prioridad 3 orden
		Ángulo de conformado fuera de especificaciones			3	Maquina mal parametrizada	4	Puesta a punto, Jig de inspección	5	60	Prioridad 2 orden
6	Despunte (Despuntadora)	Longitud de corte fuera de especificaciones.	Retrabajos, dificultad de ensamble, destrucciones.	Área de corte y longitudes acorde a las especificaciones.	3	Maquina mal calibrada, herramienta de corte defectuosa.	3	Puesta a punto	4	36	Prioridad 3 orden
		Geometría incorrecta			3	Troquel defectuoso, mal posicionamiento del material en el troquel.	3	Puesta a punto	3	27	

Fuente: elaboración propia.

7.2.6.1 Indicadores

- Indicadores de calidad: 1092 PPM de producto no conforme.
- Tiempo de montajes de herramental: 12:20 minutos en el proceso de curvado.

7.2.7 Inicio de un nuevo proceso de mejora.

Teniendo en cuenta lo encontrado en tanto en el proceso de diagnóstico, como en el desarrollo de la etapa de mapeo de proceso y de opciones de mejora, se propuso que el nuevo proyecto de mejora girara en torno a la distribución de planta y la estandarización de tiempos y métodos de trabajo. Se inició el proceso de configuración de equipo de trabajo y el cálculo de los recursos necesarios para este nuevo proceso.

8 CONCLUSIONES.

- La implementación de un modelo de mejora no pueden ser visto como un evento aislado, único. Es un proceso cíclico de identificación de oportunidades de mejora y ejecución de actividades que buscan optimizar los procesos, el final de un proceso es solo el inicio del siguiente. Cada nueva mejora fortalece al equipo de trabajo, mejora sus competencias y los hace más efectivos.
- Los modelos de mejora base¹²³ fueron el insumo con el cual se definieron los componentes y el esquema de aplicación del modelo propuesto, y que luego fue validado en una PYME del sector metalmecánico.
- Las PYMES de la región presentan una serie de características que dificultan la implementación de esta tipo de propuestas, la finalidad de este modelo es tener en cuenta esta características, detallar el paso a paso de cada fase (modelo de implementación) y guiar en que herramientas e indicadores se pueden usar en cada fase, esto con el fin de aumentar la probabilidades de éxito de los proyectos de mejora.
- El modelo propuesto aportó un flujo de mejora, un paso a paso para encarar las oportunidades y optimizar los procesos, teniendo en cuenta las particularidades de las PYMES de la región.
- En este trabajo se plasmó la implementación de un modelo de mejora, el cual arrojó resultados positivos, como la disminución de no conformes o la reducción de tiempos de montaje, así como la identificación de varias oportunidades de mejora.
- El éxito de este tipo de iniciativas requiere compromiso de la dirección para garantizar la disponibilidad de tiempo del equipo de trabajo y de recursos para la concreción de las actividades.

¹²³ BPM, BPR, BPI, CCMi, MIPI, VSM, Súper metodología.

- Una de las grandes dificultades que limitan el desarrollo exitoso de este tipo de iniciativas (dentro de las PYMES) es la resistencia al cambio y el temor a invertir tiempo, recursos y personal en la planeación y ejecución de la mejora.
- La planeación deficiente de las compañías (en los procesos, en la distribución, en la medición) se amplifica con el paso de los años generando procesos ineficientes y costosos.
- La empresa presenta dificultades para el desarrollo de sus capacidades productivas, esto afecta su eficiencia y su rentabilidad.
- Desde el nivel operativo el principal aporte de este trabajo es el de desglosar los modelos base con el fin de facilitar su implementación en un contexto con las particularidades que se presentan en las PYMES
- Es necesario trabajar en todos los niveles de la empresa la importancia de aspecto como:
 - Indicadores de proceso formulados con datos veraces.
 - Capacitaciones y formaciones para el desarrollo de competencias.
 - Uso de métodos para la mejora de procesos.
 - Integración de procesos y de áreas para buscar y concretar oportunidades de mejora.

9 RECOMENDACIONES

- Continuar con este tipo de ejercicio, pues ayudan a poner en evidencia falencias que le restan mucha eficiencia a los procesos.
- Los procesos relacionados con diseño y distribución de planta deben estar asesorados por personal experto en esa área.
- Iniciar un proceso de toma de tiempos y estandarización de métodos, que sirva de insumo para la programación de la producción y permita optimizar la capacidad de la empresa.
- Invertir en capacitación y entrenamientos del personal, especialmente en herramientas para la mejora de los procesos.
- Aplicar para toda la planta y sostener ejercicios de orden y aseo (5s), se evidencia que este tipo de iniciativas contribuyen a eliminar mudas (desperdicios) en los procesos.
- Actualizar los estándares de operación y verificación, esto con el fin de darle claridad al operario sobre la forma correcta de realizar la actividad.
- Verificar que los procesos están haciendo un uso adecuado de los instrumentos de medición y que cuenta con la capacitación idónea para su utilización e interpretación de resultados.
- Verificar que las maquinarias están configuradas de la manera correcta, esto para que no se conviertan en una fuente de variación para el proceso.

10 TRABAJOS FUTUROS.

Teniendo en cuenta lo encontrado en este trabajo, se proponen unos proyectos futuros que contribuirían a fortalecer a la empresa estudiada y a empresas similares en la región:

- Esquema de implementación de un modelo de madurez organizacional tipo CMMI ¹²⁴ para PYMES.
- Trabajos relacionados con la medición de tiempos en los procesos para la generación de tiempos estándar y su uso en la programación de producción.
- Uso de recursos tecnológicos para la toma de datos en tiempo real y su uso para la optimización de los procesos.
- Trabajos relacionados con el fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a la calidad, la productividad y el desarrollo del talento humano.

¹²⁴ Capability maturity model integration.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Adesola, Ms Sola, Dr Tim Baines, y Dr Neil Darlow. «MIPIM: Framework for Business Process Improvement». <http://citeseerx.ist.psu.edu>, 2006. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.121.9193&rep=rep1&type=pdf>.
- Adesola, Sola, y Tim Baines. «Developing and evaluating a methodology for business process improvement». *Business Process Management Journal* 11 (1 de febrero de 2005): 37-46. <https://doi.org/10.1108/14637150510578719>.
- Alcalá, Ángel Baguer. *Un timón en la tormenta: cómo implantar con sencillez la gestión de los recursos humanos en la empresa*. Ediciones Díaz de Santos, 2001.
- Aranda, Mariana Marcelino, y Dania Ramírez Herrera. *Administración de la Calidad: Nuevas Perspectivas*. Grupo Editorial Patria, 2014.
- Arboleda, Hugo, Andrés Paz, y Rubby Casallas. «Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes». *Estudios Gerenciales* 29, n.º 127 (2013): 177-88. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.05.006>.
- Beltrán, Alejandro. «Los 20 problemas de la pequeña y mediana empresa». *Sotavento M.B.A.* 7 (12 de junio de 2006): 8-15.
- Bernárdez, Mariano L. *Desempeño humano / Human Performance: Manual De Consultoría / Consulting Manual*. Indiana: AuthorHouse, 2009.
- Carazo, Piedad Cristina Martínez. *Pyme: estrategia para su internacionalización*. Universidad del Norte, 2009.
- Consuelo Mejía, Rubi. «Sistema de Control para las pequeñas y medianas empresas (SICOP)». *Revista Universidad Eafit* 38 (1 de enero de 2002): 73-86.
- Corbitt, Gail, Lauren Wright, y Mark Christopolus. «New Approaches to Business Process Redesign: A Case Study of Collaborative Group Technology and Service Mapping». *Group Decision and Negotiation* 9, n.º 2 (1 de marzo de 2000): 97-107. <https://doi.org/10.1023/A:1008750520257>.
- Crosby, Philip. *La calidad no cuesta*. Mexico: McGRAW HILL BOOK COMPANY, 1998.
- Day, B., S. C. Ke-Zun, L. Lovelock, y C. Lutteroth. «Climbing the Ladder: CMMI Level 3». *2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference*, septiembre de 2009, 97-106. <https://doi.org/10.1109/EDOC.2009.29>.
- Díaz, Alberto Tundidor. *Cómo innovar en las pymes: Manual de mejora a través de la innovación*. MARGE BOOKS, 2016.
- Dinero. «¿Por qué fracasan las pymes en Colombia?» *Pymes en Colombia*, 9 de febrero de 2015. <http://www.dinero.com/economia/articulo/pymes-colombia/212958>.

- Echeverry, Marulanda, Carlos Eduardo, Marcelo López Trujillo, Castellanos Galeano, y José Fernando. «La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia». *AD-minister*, n.º 29 (diciembre de 2016): 163-76. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.8>.
- García, Ricardo Fernández. *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Editorial Club Universitario, 2013.
- García, Velosa, y José Divitt Edward. «Aproximación de Modelo Metodológico Sobre Capacidad Tecnológica Para Las PYMES Del Sector Metalmeccánico Colombiano», 24 de junio de 2019. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7513>.
- Garza, Edmundo Guajardo. *Administración de la calidad total*. Mexico: Editorial Pax México, 2008.
- Giopp, Alejandro Medina. *Gestión por procesos y creación de valor público: un enfoque analítico*. Santo Domingo: INTEC, 2005.
- González Correa, Francisco. «Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas». *Panorama Administrativo* Año 1, n.º 2 (2007): 85-112.
- González, Francisco Javier Miranda, Antonio Chamorro Mera, y Sergio Rubio Lacoba. *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid: Delta Publicaciones, 2007.
- Hammer, Michael, y James Champy. *Reingeniería: Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa*. Bogota: Norma, 1994.
- Hammer, Michael, y Steven A. Stanton. *La Revolución de la reingeniería: un manual de trabajo*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1997.
- Harmon, Paul. *Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals: Third Edition*, 2014.
- Harrington, H. James. *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. McGraw Hill Professional, 1991.
- . «Continuous versus breakthrough improvement: Finding the right answer». *Business Process Re-engineering & Management Journal* 1, n.º 3 (1 de diciembre de 1995): 31-49. <https://doi.org/10.1108/14637159510103211>.
- . *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. McGraw-Hill, 1995.
- Harrington, H. James, Daryl Conner, y Nicholas L. Horney. *Project Change Management: Applying Change Management to Improvement Projects*. McGraw-Hill, 2000.
- Holzmann, Lorena. «FORDLÂNDIA. ASCENSÃO E QUEDA DA CIDADE ESQUECIDA DE HENRY FORD NA SELVA, de Greg Grandin». *Caderno CRH* 24, n.º 63 (31 de mayo de 2012). <https://portalseer.ufba.br/index.php/crh/article/view/19281>.
- Jack Elzinga, D, Tomas Horak, Chung-Yee Lee, y Charles Bruner. «Business Process Management: Survey and Methodology». *Engineering Management, IEEE Transactions on* 42 (1 de junio de 1995): 119-28. <https://doi.org/10.1109/17.387274>.

- Jeong, Bong Keun, y Tom E. Yoon. «Improving IT Process Management through Value Stream Mapping Approach: A Case Study». *Journal of Information Systems and Technology Management* 13, n.º 3 (30 de diciembre de 2016): 389-404. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752016000300002>.
- Juarranz, Jose. *Las transformaciones científicas, técnicas y económicas (1850-1914)*. Madrid: Ediciones AKAL, 1984.
- Juran, Joseph M., y Jesús Nicolau Medina. *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos*. Ediciones Díaz de Santos, 1990.
- Karagiannis, Dimitris, Heinrich C. Mayr, y John Mylopoulos. *Domain-Specific Conceptual Modeling: Concepts, Methods and Tools*. Springer, 2016.
- King, Peter L., y Jennifer S. King. *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation*. Boca Raton: CRC Press, 2017.
- Krajewski, Lee J., y Larry P. Ritzman. *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Mexico: Pearson Educación, 2000.
- Lee, K.t., y K.b. Chuah. «A SUPER methodology for business process improvement - An industrial case study in Hong Kong/China». *International Journal of Operations & Production Management* 21, n.º 5/6 (1 de mayo de 2001): 687-706. <https://doi.org/10.1108/01443570110390408>.
- Liker, Jeffrey K. *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Grupo Planeta (GBS), 2010.
- Locher, Drew A. *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. 1.^a ed. New York: Productivity Press, 2008.
- López, Cristina, y Jorge Robledo Velásquez. «Una aproximación a la gestión de capacidades de innovación en la pyme colombiana». *Gestión & Sociedad* 7 (1 de julio de 2014): 22.
- Martin, Karen, y Mike Osterling. *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation*. Edición: 1. New York: McGraw-Hill Education, 2013.
- Martínez, Joaquín Membrado. *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora: Planificación estratégica, BSC; Autoevaluación EFQM, Seis Sigma. Un enfoque integrados para las Pymes con sentido común*. Ediciones Díaz de Santos, 2013.
- Martínez, Maribel Morales. *Analítica web para empresas: Arte, ingenio y anticipación*. Editorial UOC, 2013.
- Mayo, Elton. *The Human Problems of an Industrial Civilization*. New York: Routledge, 2004.
- Mora-Riapira, Edwin H., Mary A. Vera-Colina, y Zuray A. Melgarejo-Molina. «Planificación estratégica y niveles de competitividad de las Mipymes del sector comercio en Bogotá». *Estudios Gerenciales* 31, n.º 134 (1 de enero de 2015): 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.08.001>.
- Moreno, Montenegro, y Lida Yineth. «Diagnóstico de los tiempos medios de atención para la ejecución de trabajos no programados en la red correspondientes a la unidad operativa Bogotá zona sur Codensa S.A

- ESP». Universidad Tecnológica de Pereira, 2017.
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/7732>.
- Motato, Bañol, y Anian De Jesús. «Propuesta para el mejoramiento en la eficiencia en la producción de panela generada en la Central de Mieles Quinchía». Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6490>.
- Ned, Kock. *Business Process Improvement Through E-Collaboration: Knowledge Sharing Through the Use of Virtual Groups: Knowledge Sharing Through the Use of Virtual Groups*. Idea Group Inc (IGI), 2005.
- Ocampo, Muñoz, y Juan Manuel. «Planeación Estratégica Como Factor Determinante Para La Competitividad En Las Pymes Del Sector Metalmeccánico de La Ciudad de Manizales», 2 de julio de 2019.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57451>.
- Ospina, Trujillo. «¿Es el modelo Z-Score de Altman un buen predictor de la situación financiera de las pymes en Colombia?» Universidad EAFIT, 2016.
- Otalora Castro, Alejandro, y Alejandra Lozada Álvarez. «Rediseño ergonómico de puestos de trabajo en la línea de armado de transformadores monofásicos, en la Empresa Magnetron de la Ciudad de Pereira». Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/7888>.
- Palacio, Joan Ramón Sanchís, y Domingo Ribeiro Soriano. *Creación y dirección de Pymes*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1999.
- Palacios, Himelda, y Néstor Porcell. «Obstáculos al implantar el modelo CMMI / Difficulties when implementing the CMMI organizational model». *Revista EAN*, 1 de agosto de 2013, 110.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n72.2012.571>.
- Paladini, Edson Pacheco. «As bases históricas da gestão da qualidade: a abordagem clássica da administração e seu impacto na moderna gestão da qualidade». *Gestão & Produção* 5, n.º 3 (diciembre de 1998): 168-86.
<https://doi.org/10.1590/S0104-530X1998000300002>.
- Perez, Giovanni, y Ana María Soto Camargo. «Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004». *Revista Universidad Eafit* 41, n.º 139 (1 de enero de 2005): 46-56.
- Perugachi, María Luisa. *Optimización de procesos: la concesión de radiofrecuencias en el Ecuador*. Quito: Editorial Abya Yala, 2004.
- Ramonedá, Antonio Serra. *Mercados, contratos y empresa*. Univ. Autònoma de Barcelona, 2003.
- Rausch, Monica L. *Henry Ford Y El Automóvil Modelo T*. Gareth Stevens, 2007.
- Román, Isabel Ramos, y Javier Dolado Cosín. *Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería del Software*. Netbiblo, 2007.
- Serrano Gómez, Lupita, Ortiz Pimiento, y Néstor Raúl. «Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño». *Estudios Gerenciales* 28, n.º 125 (1 de octubre de 2012): 13-22.
[https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70003-7).

- Shang, Shari S. C., y Shu-Fang Lin. «Understanding the effectiveness of Capability Maturity Model Integration by examining the knowledge management of software development processes». *Total Quality Management & Business Excellence* 20, n.º 5 (1 de mayo de 2009): 509-21. <https://doi.org/10.1080/14783360902863671>.
- Shankararaman, Venky, Swapna Gottipati, y Randall E. Duran. «A Retail Bank's BPM Experience». *Journal of Information Technology Case and Application Research* 14, n.º 3 (1 de julio de 2012): 46-51. <https://doi.org/10.1080/15228053.2012.10845706>.
- Smith, Adam. *Investigacion de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. En la Oficina de la Viuda e Hijos de Santander, 1794.
- Taylor, Frederick Winslow. *Principios de administración científica*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- Tinnilä, Markku. «Strategic perspective to business process redesign | Business Process Re-engineering & Management Journal | Vol 1, No 1». *Business Process Re-engineering & Management Journal* Vol. 1, n.º 1 (1995): 44-59.
- Vega, Ricardo Arturo, Alejandro Castaño Ramírez, y Julieta Mora Ramírez. *Pymes: reflexiones para la pequeña y mediana empresa en Colombia*. Bogotá: Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, 2011.
- Velasco, José Antonio Pérez Fernández de. *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC Editorial, 2010.
- Vélez, Angel Bedoya. *Los clásicos de la gerencia*. Primera. Lecciones. Bogotá: Universidad del Rosario, 2007.
- Velosa García, José Divitt Edward. «Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las PYMES del sector metalmecánico colombiano». Masters, Universidad Nacional de Colombia, 2011. <http://bdigital.unal.edu.co/3899/10/291483.20114.pdf>.
- Vicente Arias, Héctor Gerónimo, y Angello Santiago Giuttari Claussi. «Metodología lean manufacturing aplicada a la mejora de procesos productivos en empresas metalmecánicas, una revisión de la literatura científica de los 10 últimos años». *Universidad Privada del Norte*, 18 de septiembre de 2019. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22191>.
- Weske, Mathias. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer Science & Business Media, 2007.
- Zagloel T.U., Dachyar M, y and Arfiyanto F. N. «Quality Improvement Using Model-Based and Integrated Process Improvement (MIPI) Methodology». Depok, Indonesia,: University of Indonesia, 2009.
- Zairi, Mohamed. «Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness». *Business Process Management Journal* 3, n.º 1 (1 de abril de 1997): 64-80. <https://doi.org/10.1108/14637159710161585>.